

С.К. Талапанов

ФИЗИКА

**Сборник заданий
с решениями и ответами**

**для подготовки
к единому
государственному
экзамену**

Москва
Издательство АСТ
2020

УДК 373:53
ББК 22.3я721
Т16

Талапанов, Сергей Коммунарвич.

Т16 Физика : сборник заданий с решениями и ответами для подготовки к единому государственному экзамену / С.К. Талапанов. — Москва: Издательство АСТ, 2020. — 270, [2] с.: ил. — (Подготовка к единому государственному экзамену).

ISBN 978-5-17-116713-4

Вниманию выпускников 10–11 классов предлагается сборник типовых заданий по физике для подготовки к ЕГЭ.

Задания в сборнике сгруппированы по темам официального кодификатора элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике.

В каждой теме представлены подробные разборы примеров, алгоритмы решения задач или необходимые для этого краткие теоретические материалы.

Задачи составлены исходя из примеров экзаменационных задач последних лет и личного преподавательского опыта автора. Предлагаемый материал позволит учителям организовать успешную подготовку к итоговой аттестации, а учащимся — самостоятельно проверить свои знания и готовность к выполнению экзаменационной работы по физике в формате ЕГЭ.

УДК 373:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-17-116713-4

© Талапанов С.К., 2019
© ООО «Издательство АСТ», 2019

Содержание

Предисловие	4
1. МЕХАНИКА.....	9
1.1. Кинематика.....	10
1.2. Динамика	45
1.3. Статика	88
1.4. Законы сохранения в механике	110
1.5. Механические колебания и волны.....	140
2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА.	
ТЕРМОДИНАМИКА	168
2.1. Молекулярная физика.....	169
2.2. Термодинамика	208
3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	233
3.1. Электрическое поле.....	234
ОТВЕТЫ	256

*«Знать физику —
означает уметь решать задачи».*

Э. Ферми

Предисловие

Вниманию учеников 10–11 классов общеобразовательной средней школы предлагается учебное пособие для подготовки к ЕГЭ по физике.

В нём учтены результаты исследований качества знаний выпускников средней школы, уровня профессиональной подготовки учителей физики разных регионов страны и требования, которые предъявляются к обучению физике в средней школе.

В пособии рассмотрены общие подходы, алгоритмы и методы решения физических задач. Сформулированная в книге общая схема решения задач служит основным инструментом обучения и позволяет эффективно использовать отводимое на изучение предмета время.

В решениях задач отражены основные идеи и приёмы, которые встречаются в задачах, предлагаемых на едином государственном экзамене. Анализ решения задач иллюстрируют общие подходы к решению возникающего ряда проблем у учеников при разборе заданий.

Содержание и характер изложения учитывает опыт преподавания автора в общеобразовательной школе.

Выбор формы и содержания процесса обучения физике определяется конечной целью обучения, т.е. исходя из современного состояния развития науки и техники, подготовить выпускников общеобразовательной школы, которые в дальнейшем смогут успешно продолжить физическое образование, став впоследствии высококвалифицированными инженерами, преподавателями, исследователями. Предлагаемое пособие может оказаться полезным для достижения этой цели.

Степень знания физики определяется уровнем трудности задач, которые человек может решить. Таким образом, решение задач является одновременно и целью и средством

обучения физике. Это во многом определяет диалектику процесса обучения — обучающийся приобретает знание теории одновременно с её использованием для описания конкретных физических явлений, то есть непосредственно в процессе решения физических задач. Законы, основные уравнения теории, определения понятий, кажущиеся абстрактными, постепенно наполняются конкретным содержанием, и только тогда приходит «понимание». В процессе творческого применения законов физики, основных уравнений теории, определений понятий, обучающиеся автоматически, не делая над собой специальных усилий и даже незаметно для себя, их запоминают. Такое запоминание не имеет ничего общего с заучиванием наизусть фактов, формул и прочего. Метод, основанный на заучивании наизусть за счёт многократных повторений, контроля и т. п. с последующим применением заученного для решения задач не эффективен, приводит к примитивизму, догматизму мышления и особенно отрицательно сказывается на одарённых, нестандартно мыслящих детях.

Следует отметить то, что процесс освоения работы с задачей формирует не только навыки самостоятельной работы с дополнительной литературой, но и целенаправленный поиск получения необходимой информации для решения поставленной задачи. Формирует способность ориентироваться в незнакомой или необычной ситуации и принимать решение для получения нужного результата.

Схема работы с настоящим пособием может быть сформулирована следующим образом.

1. Ознакомление с основными положениями теории какого-либо раздела и особенностями её применения для решения задач.

2. Анализ и разбор типового задания по интересующей теме.

3. Основное время работы отводится на самостоятельное решение задач. В конце пособия на включенные в сборник задачи приводятся ответы для проверки правильности выполнения заданий.

Определяющим в такой схеме работы является методически корректный подбор задач. Задачи сборника обладают достаточно глубоким физическим содержанием и чётко и ясно сформулированы. Их решение не требует громоздких на первом этапе работы математических выкладок.

Задачи сборника разнообразны в том смысле, что их решение требует применения физического закона в различных ситуациях так, чтобы понималась универсальность физического закона или применяемого основного уравнения теории.

Основные алгоритмы, применяемые к решению физических задач необходимо формировать на начальном этапе обучения т.к. основная ошибка, которую допускают, приступая к решению задач, заключается, в том, что заострив внимание на искомой величине, учащиеся пытаются сразу её отыскать. Для этого выписывают формулы, где искомая величина выражается через другие физические величины. Поскольку, как правило, таких формул несколько и, кроме того, вспомогательных физических величин в условии задачи нет, пытаются отыскать формулы для их вычисления и т.д.

В этом случае появляется большое количество формул, и решение проблемы чаще всего заходит в тупик. Это происходит при заучивании наизусть сводок формул.

Правильнее поступить так, чтобы текстовое условие задачи получилось записанным в виде математических соотношений. Это является ключевым моментом решения задачи, вызывающим наибольшие трудности. Важно отчётливо понимать, что запись текстового условия в форме математических соотношений представляет собой исчерпывающую информацию, которая задана условием задачи. Затем следует попытаться ответить на вопрос задачи, используя полученную систему уравнений. Чаще всего искомая величина входит в созданную систему уравнений. Решение системы уравнений позволяет выполнить поиск определяемой физической величины.

Если решение задачи становится невозможным, необходимо проанализировать условие задачи повторно и попытаться записать недостающее уравнение.

Таким образом, процесс решения задачи можно разделить на два этапа:

1. Составление системы математических уравнений, описывающих физический процесс в данной задаче.

2. Работа с созданной системой уравнений для получения ответа на вопрос задачи.

Приступая к решению задачи необходимо, в первую очередь, стремиться к тому, чтобы записать основной физический закон или основное уравнение теории, которым подчиняется рассматриваемое в задаче явление. Иными словами, думать надо не над тем, как решать задачу, а над тем, как записать основное уравнение теории применительно к конкретным условиям задачи, а также другую текстовую информацию на языке математических формул. Для этого необходимо произвести серию обязательных действий:

1. Определиться с разделом физики, на который опирается условие задачи. Например — «Динамика».

2. Выполнить чертёж, который полностью иллюстрирует физический процесс, рассматриваемый в задаче.

3. Выбрать систему координат.

4. Изобразить векторы сил и указать направление вектора ускорения.

5. Записать уравнение движения объекта в виде второго закона динамики в векторной форме.

Таким образом, разворачивается понятная программа действий. В этой ситуации автоматически вводятся неизвестные параметры, и становится понятным способ их расшифровки.

На этом, физический этап решения задачи завершается. Дальнейшие действия должны привести к получению конечного уравнения. Как правило, это процесс, связанный с решением системы уравнений той или иной степе-

ни сложности. Конечное уравнение позволяет произвести вычисления.

При решении задач следует исходить исключительно из первых принципов, под которыми мы будем понимать:

- общие формулировки законов физики, например, закон сохранения энергии;
- основные уравнения теории, например, уравнение координаты при равноускоренном движении, уравнение Клапейрона;
- определения физических величин, например, определение ускорения, определение электроёмкости, определение силы упругости.

Нередко делаются попытки использования фактов или формул, которые получены при каких-либо условиях и являются следствиями первых принципов. Это может привести к некорректности действий при работе с задачей, к ошибкам. Правомерность применяемых формул необходимо обосновать или доказывать.

Не является необходимостью обязательное запоминание сводок формул и фактов, которые не являются первыми принципами. Это запутывает и дезориентирует обучающихся, создавая представление о физике, как нагромождении формул и фактов.

Некоторые замечания по оформлению решаемой задачи:

1. Практически всегда начальные условия в задаче следует дополнять рисунком или чертежом. Рисунок должен быть крупным и грамотно выполненным.

2. Задача должна быть решена в так называемом «общем виде», т.е. результат должен быть дан в виде конечного уравнения.

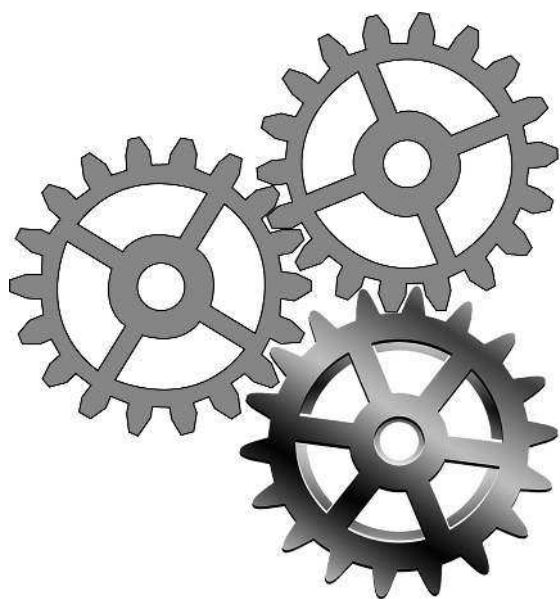
3. Все факты должны быть обоснованы.

4. Должен быть произведён анализ результата.

5. Действия с наименованиями необходимо произвести для получения уверенности в правильности конечного уравнения.

***Желаем успеха
в успешной подготовке к экзаменам!***

1. МЕХАНИКА



1.1. КИНЕМАТИКА

1.1.1. Механическое движение.

Материальная точка.

Радиус — вектор материальной точки.

Система отсчёта



Пример 1

Материальная точка движется по окружности радиусом 12 м. Её перемещение равно по модулю диаметру окружности. Чему равен путь, пройденный точкой?

Решение. По условию задачи, длина пути будет равна половине длины окружности, т.е.

$$\text{Т.е. } L = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot 2\pi R = \pi R = 37,68 \text{ м.}$$

Ответ: 37,68 м.



Пример 2

Материальная точка движется по окружности радиусом 3 м. Длина пути равна 14,13 м. Определите величину угла поворота радиус-вектора точки.

Решение. Угол поворота радиус-вектора составляет некоторую часть, $\frac{\alpha}{360^\circ}$, от одного полного оборота.

$$\text{Т.е. } L = \frac{2\pi R\alpha}{360^\circ}; \alpha = \frac{L \cdot 360^\circ}{2\pi R} = 270^\circ.$$

Ответ: 270°.



Задачи для самостоятельного решения

1. Решаются две задачи:

А. Манёвр стыковки двух космических кораблей;

Б. Вычисление периодов обращения космических кораблей вокруг Земли.

В каком случае космические корабли можно рассматривать как материальные точки?

- 1) только в первом
- 2) только во втором
- 3) в обоих случаях
- 4) ни в первом, ни во втором

2. Мы говорим, что смена дня и ночи на Земле объясняется восходом и заходом Солнца. В этом случае мы имеем в виду систему отсчёта, связанную с:

- | | |
|------------|----------------|
| 1) Солнцем | 3) планетами |
| 2) Землёй | 4) любым телом |

3. Два одинаковых шара, брошенные с поверхности Земли вертикально вверх, достигли высот 5 м и 25 м, и упали на Землю. На сколько метров отличаются пути, пройденные этими телами?

4. Автомобиль двигался по окружности диаметром 100 м. Определите пройденный автомобилем путь, и модуль его перемещения.

5. Материальная точка движется по окружности радиусом 3 м. Её перемещение равно по модулю диаметру окружности. Чему равен путь, пройденный точкой?

6. Материальная точка движется по окружности радиусом 4 м. Длина пути равна 4,19 м. Определите величину угла поворота радиус-вектора точки.

1.1.2. Траектория, перемещение, сложение перемещений

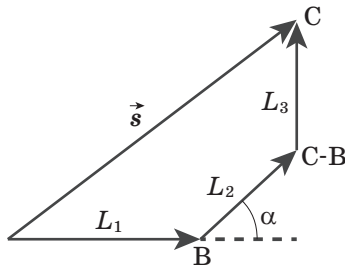


Пример 3

Теплоход прошёл на восток 30 км, затем свернул под углом 45° на северо-восток и прошёл 20 км. Последние 20 км он двигался строго на север. Найдите путь, пройденный теплоходом, и модуль перемещения. Начертите в удобном масштабе траекторию движения.

Решение.

1. Выполняем чертёж по условию задачи.



2. Определяем длину пути. На каждом участке пути теплоход совершает равномерное и прямолинейное движение, поэтому длина вектора и длина пути на каждом участке совпадают. Таким образом, путь, пройденный теплоходом, равен сумме отрезков пути по каждому направлению:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 70 \text{ км.}$$

3. Определяем модуль перемещения теплохода. Для этого достраиваем прямоугольный треугольник, гипотенуза которого является искомым перемещением. Берём проекции вектора L_2 на на-

правления «Север» и «Восток» и получаем катеты прямоугольного треугольника.

$$\begin{aligned} L_1 + L_2 \cos \alpha &= 30 \text{ км} + 20 \cdot 0,7 \text{ км} = \\ &= 30 \text{ км} + 14 \text{ км} = 44 \text{ км} \text{ и } L_2 + L_2 \sin \alpha = \\ &= 20 \text{ км} + 20 \cdot 0,7 \text{ км} = 20 \text{ км} + 14 \text{ км} = 34 \text{ км}. \end{aligned}$$

4. Определяем длину гипотенузы, используя теорему Пифагора. Её длина равна длине вектора перемещения:

$$\begin{aligned} s^2 &= (44 \text{ км})^2 + (34 \text{ км})^2 = 1936 \text{ км}^2 + 1156 \text{ км}^2 = \\ &= 3092 \text{ км}^2; |s| = 55,6 \text{ км}. \end{aligned}$$

Ответ: путь, пройденный теплоходом $L = 70$ км; модуль перемещения теплохода $|s| = 55,6$ км.



Задачи для самостоятельного решения

7. Вертолёт поднимается вертикально вверх. Каким будет вид траектории движения точки на конце лопасти винта вертолёта в системе отсчёта, связанной а) с винтом? б) с наблюдателем на земле?

- | | |
|---------------|-------------|
| 1) точка | 3) прямая |
| 2) окружность | 4) винтовая |

8. Туристы прошли сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и ещё 300 м на север. Найдите геометрическим построением модуль перемещения и направление перемещения.

9. Турист вышел из посёлка A в посёлок B . Сначала он прошёл 3 км на север, затем повернул на запад и прошёл ещё 3 км, а последний километр он двигался по просёлочной дороге, идущей на север. Какой путь проделал турист и чему равен модуль его перемещения? Начертите траекторию движения.

10. Катер прошёл из пункта A по озеру расстояние 5 км, затем повернул на 150° и продолжил движение до тех пор, пока направление на пункт A не стало составлять угол 90° с направлением его движения. Каков модуль перемещение катера? Какое расстояние до пункта A ему ещё предстоит пройти?

1.1.3. Сложение скоростей



Алгоритм решения задач

Необходимо выполнять ряд условий.	
1	<p>Вводим обозначения:</p> <p>v' — скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта (НСО);</p> <p>v — скорость тела относительно подвижной системы отсчёта (ПСО);</p> <p>u — скорость подвижной системы отсчёта (ПСО) относительно неподвижной системы отсчёта (НСО).</p>
2	<p>Применяем векторное сложение скоростей:</p> $v' = v + u.$
3	<p>При решении задач на правило сложения скоростей необходимо точно определить роли участников движения. Для этого назначаем тела в качестве подвижной системы отсчёта (ПСО) и в качестве неподвижной системы отсчёта (НСО).</p>
4	<p>Записываем формулу сложения скоростей в векторной форме с учётом направления координатной оси и выполняем вычисления.</p>

**Пример 4**

Катер движется по реке против течения со скоростью 12 км/ч относительно берега, а по течению — со скоростью 16 км/ч. Какова скорость течения реки?

Решение.

1) v_1' — скорость катера против течения относительно берега; v_2' — скорость катера по течению относительно берега; v — скорость катера относительно течения реки; u — скорость течения реки относительно берега;

2) пишем закон сложения скоростей для случая «против течения»: $v_1' = v - u$;

3) пишем закон сложения скоростей для случая «по течению»: $v_2' = v + u$;

4) решаем систему двух уравнений: из второго уравнения вычитаем первое, получаем:

$$v_2' - v_1' = 2u;$$

$$16 - 12 = 2u;$$

$$u = 2 \text{ км/ч.}$$

Ответ: 2 км/ч.

**Задачи для самостоятельного решения**

11. Скорость велосипедиста равна 10 м/с, а скорость встречного ветра равна 4 м/с. Определите скорость ветра относительно велосипедиста. Какой была бы скорость ветра относительно него, если бы ветер был попутный?