

Система обучающих задач
из раздела «Механика».
Подготовка к ЕГЭ по теме:
«Движение тела с постоянным
ускорением».

Учитель физики
МБОУ СОШ №1 г.Кедрового
Русина Светлана Романовна.

2018г.

- ◆ Главный результат изучения физики в школе – это развитие физической интуиции, которое проявляется в понимании основных свойств физических объектов и понятий.
Учат этому именно обучающие задачи.
- ◆ Определяющим свойством обучающих задач является то, что при их решении раскрываются важные общие свойства физических объектов и/или понятий.

- ◆ Решение задачи в процессе обучения и при подготовке к экзамену – это важное средство понимания и осознания основных физических закономерностей.
- ◆ Рассмотрим обучение решению задач на движение с постоянным ускорением (в том числе, движение по параболе). Решение таких задач можно значительно упростить, если знать некоторые «секреты» такого движения (то есть ключевые формулы или «ключи»).

Пример.

- ◆ Автомобиль движется равноускоренно с некоторой начальной скоростью. За первую секунду он проехал 10м, а за две секунды 22м. Какое расстояние проедет автомобиль за три секунды?

Решение.

- ◆ Из условия следует, что за вторую секунду автомобиль проехал 12м, следовательно, пройденный за секунду путь увеличивается каждую секунду на 2м. Значит, за третью секунду автомобиль проедет $10 + 2 + 2 = 14$ м, а за три секунды $22 + 14 = 36$ м.

- ◆ Система обучающих задач естественно включает в себя и то, что обычно считают теорией. При этом сложные выводы формул разбиваются на цепочки посильных и понятных задач, благодаря чему в значительной степени стирается резкая грань между теорией и задачами.
- ◆ Учащимся предлагают подсказку, которая наведет их на решение. Работа над задачами с подсказками намного интереснее и полезнее для учеников, чем просто числовые расчеты. При формулировке задач записываем подсказки на доске.
- ◆ После обучающей задачи предлагаем 2 – 3 задачи, в которых применяется доказанное утверждение.

Прямолинейное равноускоренное движение.

1. Система обучающих задач, в которых начальная скорость равна нулю.

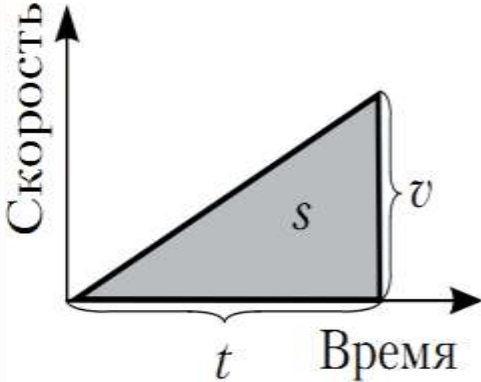
(В этом случае лучше рассматривать модуль конечной скорости v и пройденный путь S).

Считаем:

- ◆ Сопротивлением воздуха можно пренебречь,
- ◆ Тела материальными точками.

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Основная формула:</i> $v = at$, где v – скорость в момент t, a – ускорение</p>		
<p>Скорость $v = at$</p>		<p>Какова скорость свободно падающего тела в конце 1-й секунды падения? [10 м/с]</p>
<p><i>Следствие 1.1.</i> Скорость тела в конце 1-й секунды <i>численно</i> равна ускорению</p>		

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 1.2. Скорость за каждую секунду меняется на величину, <i>численно</i> равную ускорению</p>		<p>1. На сколько изменится скорость свободно падающего тела за 6-ю секунду падения? [На 10 м/с]</p> <p>2. Шарик скатывается с наклонной плоскости с ускорением 2 м/с^2. Каково изменение скорости шарика за 3-ю секунду движения? [2 м/с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Путь $s = \frac{v}{2}t$</p>	<p>Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени</p>  <p>The diagram shows a coordinate system with a vertical axis labeled 'Скорость' (Velocity) and a horizontal axis labeled 'Время' (Time). A straight line starts at the origin (0,0) and goes up to a point (t, v). The area under this line is shaded gray and labeled 's'. A bracket under the horizontal axis indicates the time 't', and a bracket to the right of the vertical axis indicates the final velocity 'v'.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Санки скатились с горы длиной 100 м за 20 с, двигаясь равноускоренно без начальной скорости. Какова скорость санок в конце спуска? [10 м/с] 2. При разгоне с места автомобиль набрал скорость 20 м/с за 5 с. Какой путь он проехал? [50 м] 3. Шарик скатывался с наклонной плоскости длиной 3 м. В конце спуска скорость шарика 4 м/с. Сколько времени скатывался шарик? [1,5 с]

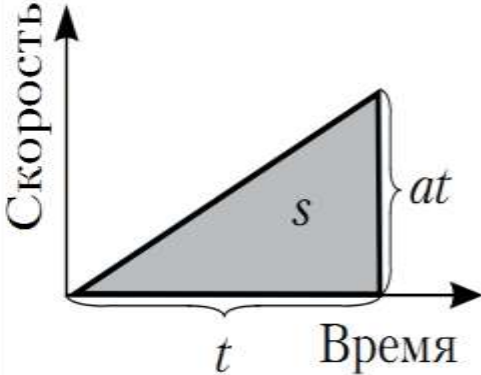
Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 1.3. Средняя скорость равна половине конечной скорости</p> $v_{\text{cp}} = \frac{v}{2}$	<p>Воспользуйтесь определением средней скорости</p> $v_{\text{cp}} = \frac{s}{t}$ <p>и формулой для пути</p> $s = \frac{v}{2}t$	<p>1. Автомобиль разгоняется с места в течение 10 с. В конце разгона скорость автомобиля 30 м/с. Какова была средняя скорость автомобиля? Какой путь проехал автомобиль? [15 м/с, 150 м]</p> <p>2. Тело на некоторой вновь открытой планете свободно падало с высоты 100 м. Какова была средняя скорость во время падения и сколько времени длилось падение, если при ударе скорость тела 40 м/с? [20 м/с, 5 с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
Путь $s = \frac{v^2}{2a}$	Воспользуйтесь формулами $s = \frac{v}{2}t$ и $v = at$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автомобиль при разгоне с места набрал скорость 20 м/с на пути 100 м. С каким ускорением двигался автомобиль? [2 м/с²] 2. Свободно падающее тело при ударе о землю имело скорость 30 м/с. С какой высоты падало тело? [45 м]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 1.4.</i> Путь пропорционален квадрату конечной скорости</p>		<p>Чтобы разогнаться с места до некоторой скорости, автомобилю потребовалось проехать 20 м. Какое расстояние понадобится ему для разгона до скорости, большей в три раза? [180 м]</p>
<p>С к о р о с т ь $v = \sqrt{2as}$</p>	<p>Воспользуйтесь формулой $s = \frac{v^2}{2a}$</p>	<p>Разгоняясь с места с ускорением 2 м/с^2, автомобиль проехал 400 м. Какова скорость автомобиля в конце разгона? [40 м/с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 1.5.</i> Тело, свободно падающее без начальной скорости с высоты h, имеет в момент падения скорость</p> $v = \sqrt{2gh}$		<p>Тело свободно падало с высоты 20 м. Какова скорость тела при ударе о землю? [20 м/с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 1.6.</i> Конечная скорость пропорциональна корню квадратному из пройденного пути</p>		<p>В момент падения скорость свободно падавшего тела равна 40 м/с. Какова была скорость тела, когда оно пролетело половину пути? [~ 28 м/с]</p> <p><i>Указание.</i> Когда путь уменьшается в 2 раза, скорость уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.</p>

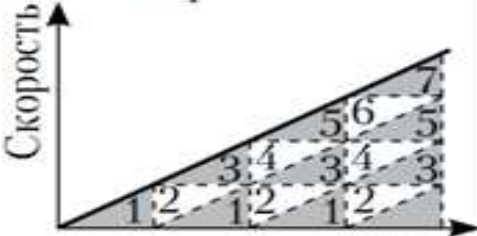
Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Путь $s = \frac{at^2}{2}$</p>	<p>Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени</p>	<p>С каким ускорением двигались санки, если с горы длиной 50 м они скатились за 10 с? [1 м/с²]</p>
<p>Следствие 1.7. Путь, пройденный телом за 1-ю секунду, численно равен половине ускорения.</p>	<p>зависимости скорости от времени</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое расстояние пролетает свободно падающее тело за 1-ю секунду полёта? [5 м] 2. Автомобиль при разгоне с места проехал за 1-ю секунду 2 м. С каким ускорением двигался автомобиль? [4 м/с²] 3. Камень свободно падает без начальной скорости. Последние 5 м камень пролетел за 1 с. Какой скоростью обладал камень в момент удара о землю? [10 м/с]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 1.8.</i> Путь пропорционален квадрату времени движения.</p>		<p>1. Санки съезжают с горы без начальной скорости. За некоторый промежуток времени они проехали 12 м. Какое расстояние проедут санки за вдвое больший промежуток времени? [48 м]</p> <p>2. Поезд, двигаясь от остановки с постоянным ускорением, прошел 180 м за 15 с. Какой путь он прошёл за первые 5 с от начала движения? [20 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 1.9. Пути, проходимые за промежутки времени $t, 2t, 3t$, отсчитываемые от начала движения, относятся как последовательные квадраты целых чисел: $s_1 : s_2 : s_3 \dots = 1 : 4 : 9 \dots$</p>		<p>Автомобиль разгоняется с места, двигаясь равноускоренно. За первые 2 с он проехал 4 м. Какое расстояние он проедет за 5 с? [25 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Время движения</p> $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$	<p>Воспользуйтесь формулой $s = \frac{at^2}{2}$</p>	<p>Шарик скатывался с наклонной плоскости длиной 2 м с ускорением 1 м/с². Сколько времени шарик катился? [2 с]</p>
<p>Следствие 1.10. С высоты h тело свободно падает в течение времени $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$</p>		<p>Сколько времени будет свободно падать тело с высоты 80 м? [4 с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 1.11. Время движения пропорционально корню квадратному из пройденного пути от начала движения</p>		<p>1. Санки съезжают с горы без начальной скорости за 10 с. За какое время проезжают они половину спуска? [7 с] <i>Указание.</i> Когда путь уменьшается в 2 раза, время уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.</p> <p>2*. Автомобиль разогнался в течение 16 с. Какое время ушло у него на первую четверть пути? На вторую четверть? [8 с; 3,3 с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Пути, проходимые за последовательные равные промежутки времени, относятся как последовательные нечётные числа: $s_1 : s_2 : s_3 \dots = 1 : 3 : 5 \dots$</p>	<p>Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. За 1-ю секунду разгона автомобиль проехал 2 м. Какое расстояние он проехал за 3-ю секунду? [10 м] 2. За последнюю секунду свободного падения тело пролетело путь в 5 раз больший, чем за 1-ю секунду. Сколько времени длилось падение? [3 с] 3. Вдоль наклонной плоскости длиной 90 см шарик скатился за 3 с. Какой путь проходил шарик за каждую секунду движения? [10 см, 30 см, 50 см]
<p>Следствие 1.12. При свободном падении без начальной скорости тело проходит за последовательные секунды расстояния 5 м, 15 м, 25 м, 35 м, 45 м и т.д.</p>	<p>или воспользуйтесь формулой $s = \frac{at^2}{2}$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4*. За последнюю секунду свободного падения тело пролетело 35 м. Какова скорость тела в момент падения? Сколько времени длилось падение? Какова начальная высота тела? [40 м/с, 4 с, 80 м]

Прямолинейное равноускоренное движение.

2. Система обучающих задач, в которых конечная скорость равна нулю.

(Торможение до полной остановки и движение до верхней точки траектории тела, брошенного вертикально вверх, без учета сопротивления воздуха).

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
----------------------	-----------	---------

Основная формула: $v = v_0 - at$, где v – скорость в момент t , v_0 – начальная скорость

Время торможения $t_{\tau} = \frac{v_0}{a}$.

Время подъёма

$$t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$$

Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени

Сколько времени будет тормозить до полной остановки автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с, если его ускорение 5 м/с²? [4 с]

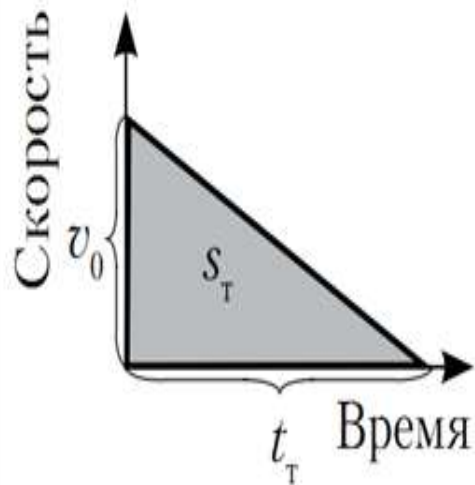
Указание. Воспользуйтесь основной формулой и тем, что конечная скорость равна нулю.

Ключи
и следствия

Подсказка

Примеры

Следствие 2.1.
Время торможения равно времени разгона с места до скорости v_0 (заданной при торможении как начальная) при том же значении модуля ускорения



По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начального положения шарик побывал дважды: через 1 с и через 3 с после начала движения. Найдите всё время движения шарика. [4 с]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 2.2. Тормозной путь (путь от начала торможения до полной остановки) $s_{\text{т}} = \frac{v_0}{2} t_{\text{т}}$</p>	<p><i>Указание.</i> Начертите на одном чертеже графики зависимости скорости от времени для поезда и вагона и сравните площади под этими графиками.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. При аварийном торможении автомобиль, едущий со скоростью 20 м/с, остановился через 5 с. Чему равен тормозной путь? [50 м] 2. От равномерно движущегося поезда отцепили последний вагон. Поезд продолжал движение с той же скоростью, а вагон двигался до остановки с постоянным ускорением. За время торможения вагона поезд проехал 120 м. Какое расстояние проехал до остановки вагон? [60 м]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 2.3. Средняя скорость при торможении до полной остановки равна половине начальной скорости: $v_{\text{ср}} = \frac{v_0}{2}$</p>		<p>1*. Электричка проехала участок пути за 1 мин. Какой была её максимальная скорость, если всё время движения ушло на торможение и разгон, в течение которых электричка двигалась равноускоренно, а длина участка 1 км? [120 км/ч]</p> <p><i>Указание.</i> При разгоне и торможении средняя скорость равна половине максимальной скорости.</p>

Ключи и следствия

Подсказка

Примеры

Тормозной
путь $s_T = \frac{v_0^2}{2a}$;

$$s_T = \frac{at^2}{2}$$

Следствие 2.4.

Тормозной путь равен пути разгона с места до той же скорости v_0 , с которой началось торможение, при том же значении модуля ускорения

Воспользуйтесь формулами

$$s_T = \frac{v_0}{2} t_T \text{ и } t_T = \frac{v_0}{a} .$$

Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени

1. Чему равен тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 20 м/с, при экстренном торможении, когда ускорение равно половине ускорения свободного падения? [40 м]

2. Тормозной путь автомобиля равен 50 м. Сколько времени длилось торможение, если ускорение автомобиля 4 м/с²? [5 с]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
----------------------	-----------	---------

Следствие 2.5.

Тормозной путь пропорционален квадрату начальной скорости

Следствие 2.6.

Пути, проходимые за последовательные равные промежутки времени до момента остановки, относятся, как последовательные нечётные числа:

$$s_1 : s_2 : s_3 \dots = \dots 5 : 3 : 1$$

Сравните со *следствием 1.12*, когда начальная скорость тела равна нулю

Тормозной путь автомобиля, движущегося по сухому шоссе со скоростью 15 км/ч, равен 1,5 м. Каков тормозной путь этого же автомобиля при скорости 90 км/ч? Ускорение в обоих случаях одно и то же. [54 м]

При торможении игрушечный автомобиль, двигаясь равноускоренно, проходит за 5-ю секунду 5 см и останавливается. Какой путь он прошёл за 3-ю секунду? [25 см]

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Высота подъёма</p> $h = \frac{v_0^2}{2g}$ <p>время подъёма</p> $t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$	<p>Воспользуйтесь формулой</p> $v = \sqrt{2gh}$ <p>для скорости тела, падающего с высоты h</p>	<p>1. Мяч бросили вверх со скоростью 10 м/с. Сколько времени длился подъём мяча? До какой высоты он поднялся? [1 с, 5 м]</p> <p>2. Футболист ударил по мячу так, что он полетел вертикально вверх. Какова была начальная скорость мяча, если он достиг высоты 45 м? [30 м/с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Время падения</p> $t_{\text{пад}} = t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$	<p>Воспользуйтесь формулами</p> $t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}, \quad t_{\text{пад}} = \frac{v_0}{g}$	
<p>Следствие 2.7. Тело, брошенное с земли вертикально вверх со скоростью v_0, упадёт на землю с той же по модулю скоростью</p>	<p>и $h = \frac{v_0^2}{2g}$ для высоты подъёма тела, брошенного вверх со скоростью v_0</p>	<p>Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 5 м/с. Какова скорость тела через 1с? [5 м/с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 2.8.</i> Время подъёма тела, брошенно- го вертикально вверх, равно вре- мени падения $t_{\text{пад}}$ из верхней точки траектории</p>		<p>Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Через сколько времени оно упадёт на землю? [Через 6 с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 2.9.</i> Тело, брошенное с земли вертикально вверх со скоростью v_0, находится в полёте в течение времени</p> $t_{\text{пол}} = 2t_{\text{под}} = \frac{2v_0}{g}$		<p>* Тело, брошенное вертикально вверх, побывало на высоте 40 м дважды с интервалом 2 с. До какой высоты поднялось тело? (45 м)</p> <p><i>Указание.</i> С высоты 40 м тело летело вверх в течение 1 с и столько же времени падало. За 1 с свободно падающее тело пролетает 5 м.</p>

Прямолинейное равноускоренное движение.

3. Система обучающих задач, в которых начальная и конечная скорости отличны от нуля, при этом направление движения не изменяется.

(В задачах рассмотрены только случаи, когда скорость увеличивается; случаи, когда скорость уменьшается, можно рассмотреть аналогично).

Ключи и следствия

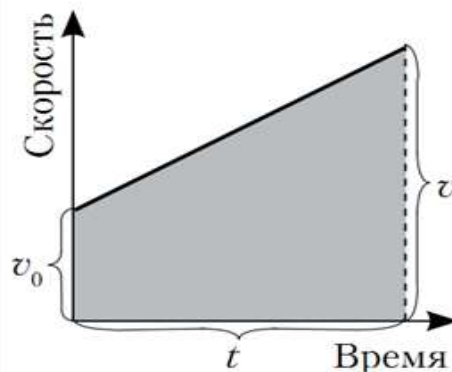
Подсказка

Примеры

Основная формула: $v = v_0 + at$, где v – скорость в момент времени t , v_0 – начальная скорость

Путь $s = \frac{v_0 + v}{2} t$

Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени



1. Тело движется прямолинейно и равноускоренно. За 2 с оно прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Какова начальная скорость тела? [5 м/с]
2. Автомобиль за 10 с проехал 60 м, причём его скорость увеличилась в 5 раз. Какова конечная скорость автомобиля? [10 м/с]

**Ключи
и следствия**

Подсказка

Примеры

Следствие 3.1.
Средняя скорость
равна полусум-
ме начальной и
конечной скоро-
стей

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v}{2}$$

Воспользуйтесь
определением
средней скорости

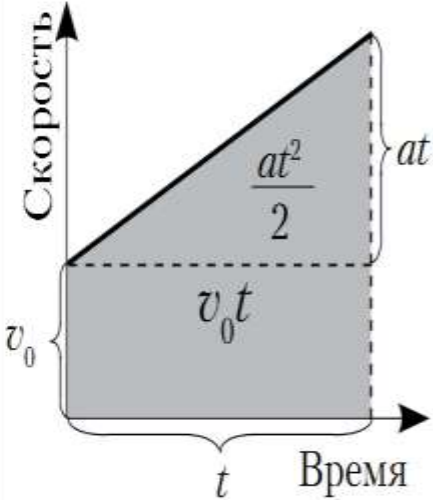
$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$$

1. Автомобиль проехал мимо одного километрового столба со скоростью 15 м/с, а мимо следующего — со скоростью 25 м/с. Сколько времени он ехал от одного столба до другого, если он двигался равноускоренно? [50 с]

Указание. Найдите среднюю скорость автомобиля.

2. Поезд, двигаясь равноускоренно, проехал участок 1 км за 1 мин. В начале участка скорость поезда была равна 40 км/ч. Чему равна скорость поезда в конце участка? [80 км/ч]

Указание. По средней и начальной скоростям найдите конечную скорость.

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 3.2. Путь через начальную скорость</p> $s = v_0 t + \frac{at^2}{2};$ $s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	<p>Путь численно равен площади фигуры «под графиком» скорости</p> 	<p>Какой путь пройдёт, разгоняясь, тело, имеющее начальную скорость 5 м/с и ускорение 2 м/с² за 10 с? [150 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
----------------------	-----------	---------

Следствие 3.3.
Путь через конечную скорость

$$s = vt - \frac{at^2}{2};$$

$$s = vt - \frac{gt^2}{2}$$

Воспользуйтесь формулами

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2} \text{ и}$$

$$v = v_0 - at;$$

$$s = v_0t - \frac{gt^2}{2} \text{ и}$$

$$t_{\text{пад}} = \frac{v}{g}$$

1. Автомобиль, тормозя на участке длиной 30 м, двигался с ускорением 2 м/с^2 . Какова его конечная скорость, если он проехал этот участок за 3 с? [13 м/с]

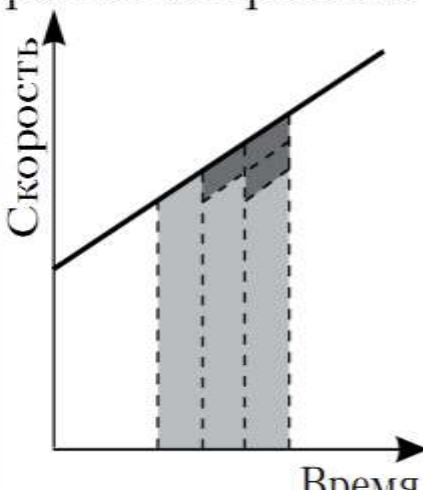
2*. За последнюю секунду свободного падения тело пролетело 20 м. Какова скорость тела в момент падения? Сколько времени длилось падение? [25 м/с, 2,5 с]

Указание. Воспользуйтесь формулой $s = vt - \frac{gt^2}{2}$, из которой

следует, что $v = \frac{s}{t} + \frac{gt}{2}$, а также

формулой $t_{\text{пад}} = \frac{v}{g}$.

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
----------------------	-----------	---------

<p>Следствие 3.4. Пути, проходимые равноускоренно движущимся телом за последовательные равные промежутки времени, составляют арифметическую прогрессию</p>	<p>Способ 1. Путь численно равен площади фигуры «под графиком» зависимости скорости от времени</p> 	<p>Автомобиль движется равноускоренно. В течение 1-й секунды наблюдения он проехал 10 м, а в течение двух секунд 22 м. Какое расстояние он проедет за 3 с? [36 м]</p> <p><i>Указание.</i> Пути, проходимые автомобилем за последовательные секунды, составляют арифметическую прогрессию. В данном случае её разность равна 2 м.</p>
---	---	--

Подсказка

Способ II.

$$s_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2} ;$$

$$s_2 = v_1 t + \frac{at^2}{2} =$$

$$= (v_0 + at) t + \frac{at^2}{2} =$$

$$= v_0 t + \frac{at^2}{2} + at^2 =$$

$$= s_1 + at^2$$

Прямолинейное равноускоренное движение.

4. Система обучающих задач на движение двух тел с одинаковым ускорением.

Ключи и следствия

Подсказка

Тела, движущиеся с одинаковым ускорением, движутся друг относительно друга с постоянной скоростью (то есть прямолинейно и равномерно)

Зависимость скорости от времени для этих тел даётся формулами $\vec{v}_1 = \vec{v}_{10} + \vec{a}t$, $\vec{v}_2 = \vec{v}_{20} + \vec{a}t$, а относительная скорость движения первого тела относительно второго равна $\vec{v}_1 - \vec{v}_2$

Примеры задач

1. С крыши высокого дома одна за другой упали две капли с промежутком 1 с. Каково расстояние между каплями через 3 с после падения второй капли? [35 м]

Указание. К моменту падения второй капли первая капля пролетела 5 м и набрала скорость 10 м/с.

2*. Яблоко начинает свободно падать с высоты 100 м. В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности земли, стреляют в яблоко вертикально вверх. Начальная скорость пули 50 м/с. Через какое время после выстрела пуля попадёт в яблоко? На какой высоте это произойдёт? [2 с, 80 м]

Указание. Пуля по отношению к яблоку движется с постоянной скоростью, равной начальной скорости пули.

Примеры задач

3*. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. В момент, когда он достиг высшей точки, из той же начальной точки с той же начальной скоростью бросили второй шарик. Через какое время и на какой высоте шарики столкнутся? [1 с, 15 м]

Указание. Начальное расстояние между шариками равно высоте подъёма первого шарика, друг относительно друга шарики движутся со скоростью, равной начальной скорости первого шарика.

4*. Яблоко начинает свободно падать с высоты H . В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности земли, стреляют в яблоко вертикально вверх. Какова должна быть начальная скорость пули v_0 , чтобы пуля попала в яблоко в полёте?

$$\left[v_0 > \sqrt{\frac{gH}{2}} \right]$$

Примеры задач

Указание. Пуля движется относительно яблока с постоянной скоростью, равной начальной скорости пули; время полёта пули должно быть меньше времени падения яблока.

5*. Яблоко начинает свободно падать с высоты H . В тот же момент из пружинного пистолета, расположенного на поверхности земли на расстоянии L от яблока, стреляют в яблоко. Начальная скорость пули v_0 . Под каким углом к горизонту надо прицелиться, чтобы попасть в яблоко? При какой скорости пули она сможет попасть в яблоко в полёте?

$$\left[\sin \alpha = \frac{H}{L}; v_0 > L \sqrt{\frac{g}{2H}} \right]$$

Прямолинейное равноускоренное движение.

5. Система обучающих задач на движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Горизонтальная и вертикальная проекции скорости тела, брошенного со скоростью v_0 под углом α к горизонту, зависят от времени согласно формулам $v_x = v_0 \cos \alpha$, $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$ (ось Y направлена вверх)</p>	<p>Запишите уравнение $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ в проекциях на оси координат (считая, что ось X направлена по горизонтали, а ось Y направлена вверх)</p>	<p>Мяч бросили с начальной скоростью 20 м/с под углом 30° к горизонту. Через какое время после броска скорость мяча будет направлена горизонтально? [1 с]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Время подъёма тела $t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$.</p> <p>Полное время полёта $t_{\text{пол}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$.</p> <p>Высота подъёма $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$</p>	<p>Зависимость вертикальной проекции скорости от времени такая же, как для тела, брошенного вертикально вверх со скоростью $v_0 \sin \alpha$</p>	<p>Мяч брошен с начальной скоростью 40 м/с под углом 30° к горизонту. Сколько времени займёт подъём мяча? Всё время полёта? На какую максимальную высоту поднимается мяч? [2 с, 4 с, 20 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p><i>Следствие 5.1.</i> Высота подъёма связана с временем подъёма таким же соотношением, как и в случае тела, брошенного вертикально вверх:</p> $h = \frac{gt_{\text{под}}^2}{2}$		<p>Футболист ударил по лежащему на земле мячу так, что тот взлетел вертикально вверх. Через 2 с мяч упал на землю. На какую максимальную высоту при этом поднялся мяч? [5 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Дальность полёта</p> $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$	$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{под}},$ $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$	<p>Тело, брошенное под углом 45° к горизонту, упало на расстоянии 10 м от точки бросания. Какова начальная скорость тела? [10 м/с]</p>
<p>Высота подъёма связана с дальностью соотношением</p> $\frac{h}{L} = \frac{\text{tg} \alpha}{4}$		<p>Мяч, брошенный под углом 45° к горизонту с расстояния 3 м от забора, перелетел через него, коснувшись его в самой верхней точке траектории. Какова высота забора? [1,5 м]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
<p>Следствие 5.2. При данном значении модуля начальной скорости дальность полёта наибольшая при $\alpha = 45^\circ$</p>	<p>Наибольшее значение синуса угла равно 1 и достигается, в частности, при угле, равном 90°</p>	
<p>Следствие 5.3. Для дальности полёта, меньшей максимальной, существует два угла бросания α_1 и α_2, связанные соотношением $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$</p>	<p>$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha$ Если $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$, то $\sin\alpha_1 = \cos\alpha_2$, $\cos\alpha_1 = \sin\alpha_2$</p>	<p>Тело, брошенное под углом 40° к горизонту, попало в некоторую точку на поверхности Земли. Под каким другим углом к горизонту можно бросить тело с той же по модулю скоростью, чтобы оно попало в ту же точку? [50°]</p>

Ключи и следствия	Подсказка	Примеры
----------------------	-----------	---------

Следствие 5.4.

Если тело, брошенное под углом к горизонту, попадает в одну и ту же точку на поверхности Земли при углах бросания α_1 и α_2 , то сумма соответствующих высот подъёма $h_1 + h_2 = h$, где h — высота подъёма тела, брошенного с той же скоростью вертикально вверх

$$\sin \alpha_1 = \cos \alpha_2,$$

$$\cos \alpha_1 = \sin \alpha_2,$$

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g},$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

Тело, брошенное под углом к горизонту, попадает в некоторую точку, расположенную на поверхности Земли, при двух разных значения угла бросания. В первом случае тело достигает высоты 10 м, а во втором 30 м. Под каким углом тело брошено в первый раз? До какой высоты поднялось бы тело, если бы его бросили вертикально вверх с той же по модулю скоростью? [30°, 40 м]

Указание. $\sin \alpha_1 = \cos \alpha_2,$

$$h_1 + h_2 = h.$$

Задания для самостоятельной работы.

Выберите из четырёх один правильный ответ.

1. Автомобиль за первые 10 с движения набрал скорость 20 м/с. Какой путь прошёл автомобиль?

- А. 50 м Б. 100 м В. 150 м Г. 200 м

2. Тормозной путь поезда 300 м. Чему равно ускорение поезда, если торможение длилось 30 с?

- А. 0,25 м/с² Б. 0,43 м/с² В. 0,67 м/с² Г. 0,75 м/с²

3. Средняя скорость автомобиля при разгоне из состояния покоя равна 36 км/ч. Какова конечная скорость автомобиля?

- А. 72 км/ч Б. 100 км/ч В. 108 км/ч Г. 120 км/ч.

4. За последнюю секунду свободного падения тело прошло 25 м. Сколько времени падало тело?

- А. 1 с Б. 2 с В. 3 с Г. 4 с

5. Тело, брошенное вертикально вверх, упало на землю через 6 с. Какова начальная скорость тела, если сопротивлением воздуха можно пренебречь?

- А. 20 м/с Б. 30 м/с В. 40 м/с Г. 60 м/с

Решите задачи (№ 6 -10).

6. Автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с , начинает тормозить. За 2 с его скорость уменьшилась в 2 раза. Какой путь прошел автомобиль за это время?

7. Во сколько раз увеличится тормозной путь автомобиля, если начальная скорость увеличится в 2 раза, а ускорение останется тем же?

8. При равноускоренном движении из состояния покоя за третью секунду тело прошло 3 м . Чему равно перемещение тела за пятую секунду?

9. Камень, брошенный под углом к горизонту, упал на землю через 2 с в 20 м от места бросания. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

10. Тело, брошенное вертикально вверх, побывало на одной и той же высоте через 1 и 3 с после бросания. Чему равна начальная скорость тела?

Ответы к заданиям для самостоятельной работы.

1. Б

2. В

3. А

4. В

5. Б

6. 30 м

7. в 4 раза

8. 5,4 м

9. 10 м/с

10. 20 м/с

Литература.

1. *Генденштейн Л.Э.* Каковы «задачи задач» в школьном курсе физики? // Физика-ПС, 2007, № 23. Электронная версия: URL: <http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200702303>.
2. *Генденштейн Л.Э., Орлов В.А.* Можно ли к сдаче тестов готовиться по самим тестам? // Физика-ПС, 2009, № 17. Электронная версия: URL: http://fiz.1september.ru/view_article.php?ID=200901711.
3. *Генденштейн Л.Э., Орлов В.А.* Система обучающих задач по физике (Кинематика) // Физика-ПС, 2011, № 13.
4. *Генденштейн Л.Э., Орлов В.А., Никифоров Г.Г.* Как научить решать задачи по физике (основная школа). Подготовка к ГИА: Лекции 1–4. М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010.
5. *Лернер Г.И.* Физика. Решение задач. М.: Мнемозина, 2012.
6. *Орлов В.А., Сауров Ю.А.* Практика решения физических задач. 10–11 классы: учеб. пособие. М.: Вентана-Граф, 2010.
7. *Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А.* ЕГЭ-2011. Физика. Типовые тестовые задания. М.: Экзамен, 2011.
8. *Генденштейн Л.Э., Кошкина А.В., Левиев Г.И., Орлов Г.А.* Система обучающих задач: подготовка к ЕГЭ по теме «Механика». Лекции 1-4. М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2012.