

Скорость можно сравнить и по расстоянию, которое тело проходит за единицу времени. Чем больше это расстояние, тем больше скорость спортсмена.

Если тело прошло путь $l = 500$ м за $t = 20$ с. Можно предположить, что тело за каждую секунду проезжало 25 м. Реально тело могло первые 5 с двигаться медленно, следующие 10 с – стоять, и последние – двигаться очень быстро. Поэтому

путь, пройденный телом, характеризуется средней скоростью: $V_{\text{cp}} = \frac{l}{t}$.

Средняя скорость, как любая средняя величина, является достаточно приближительной характеристикой движения. Проезжая по городу 20 км за 30 минут (со средней скоростью 40 км/ч) водитель каждый раз на спидометре видит скорость движения в данный момент времени мгновенную скорость.

Мгновенная скорость – средняя скорость за бесконечно малый интервал времени.

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} Q_{\text{cp}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta l / \Delta t)$$

Из формулы можно найти модуль мгновенной скорости, но не ее направление. Для определения направления воспользуемся перемещением, как вектор-

ной величиной: $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$.

Мгновенная скорость тела направлена по касательной к траектории в сторону его движения.

Относительная скорость первого тела относительно второго равна: $\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$

III. Закрепление изученного

1. Сформулируйте определение средней скорости.
2. Как определяется мгновенная скорость при прямолинейном движении. Чему равен ее модуль?
3. Может ли мгновенная скорость быть больше или меньше средней скорости?

IV. Решение задач

С. 39 (1; 2)

Домашняя работа

П. 11, п.12, задачи, с. 28 (1-2).

Урок 10. Средняя скорость. Мгновенная скорость.

Сложение скоростей

Цель: научить применять физические законы при решении задач.

Ход урока

I. Решение задач

1. Поезд прошел первую половину пути со скоростью $v_1 = 72$ км/ч, вторую половину – со скоростью 30 км/ч. Определить среднюю скорость.

2. Поезд прошел первую половину времени со скоростью 72 км/ч, а вторую половину времени – 36 км/ч. Определить среднюю скорость.

3. Первую половину пути велосипедист ехал со скоростью в 8 раз больше, чем вторую. Средняя скорость велосипедиста оказалась равной 16 км/ч. Определить скорость на второй половине пути.

4. Мотоциклист за первые два часа проехал 90 км и следующие три часа двигался со скоростью 50 км/ч. Какова средняя скорость мотоциклиста на всем пути.

5. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 80 км/ч, оставшуюся часть пути он половину пути шел со скоростью 15 км/ч, а последний участок со скоростью 45 км/ч. Найти v_{cp} на всем пути.

6. По двум взаимно перпендикулярным шоссе дорогам движутся равномерно грузовая и легковая автомашины со скоростями $v_1=54$ км/ч и $v_2=72$ км/ч. На каком расстоянии S окажутся друг от друга автомобили через $t=10$ мин после встречи у перекрестка ($S=15$ км.)

7. Мотоциклист движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как человек, стоящий у дороги, ударил стержнем по висящему рельсу, а через $t_1=2$ с услышал звук. С какой скоростью v_2 двигался мотоциклист, если он проехал мимо человека через $t_2=36$ с после начала наблюдения? Скорость звука в воздухе $v_3=340$ м/с. (20 м/с)

8. Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/с за грузовым, скорость которого 16,5 м/с. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля увидел встречный междугородний автобус, движущийся со скоростью 25 м/с. При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди грузовой на 20 м. (450 м)

9. Рыболов двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через сколько времени после потери он догонит удочку. Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения реки равна 2 м/с (2 мин, 240 м)

10. Вертолет летел на север со скоростью 20 м/с. с какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/с (22 м/с, 27° к востоку от меридиана)

11. Катер, переправляется через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанного с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с. (200 м)

Домашняя работа

П. 11, 12, задачи, с. 28 (3).

Урок 11. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением

Цель: сформулировать признаки движения тела с постоянным ускорением.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

1. Какое движение называется равномерным прямолинейным?
2. При равномерном прямолинейном движении мгновенная скорость совпадает со средней скоростью. Почему?
3. Почему при равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело перемещается на одно и то же расстояние.
4. Как по графику зависимости скорости от времени определяют перемещение тела при равномерном прямолинейном движении?
5. Как угол наклона графика равномерного прямолинейного движения зависит от скорости?

II. Изучение нового материала

При движении тел их скорости обычно меняются либо по модулю, либо по направлению, либо одновременно и по модулю, и по направлению.

Эксперимент 1

Взять в руки мяч и разжать пальцы. Как изменяется скорость? (*При падении мяча скорость его быстро нарастает.*)

Эксперимент 2

Приведем в движение легкую тележку, непродолжительным толчком. Как изменится скорость? (*Скорость тележки, движущейся по столу, уменьшается с течением времени до полной остановки.*)

Величину, характеризующую быстроту изменения скорости, называют ускорением.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

Простой случай неравномерного движения – это движение с постоянным ускорением, при котором модуль и направление не меняются со временем, оно может быть прямолинейным и криволинейным.

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t}; \quad a \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]; \quad \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t.$$

Равноускоренное движение (тело разгоняется), если $\vec{a} \uparrow \vec{V}$ $a = \text{const}$.

При замедленном движении (тело тормозит), если $\vec{a} \downarrow \vec{V}$. Графики скорости будут отображать $V(t)$ -зависимость скорости от времени (см. рис. 25).

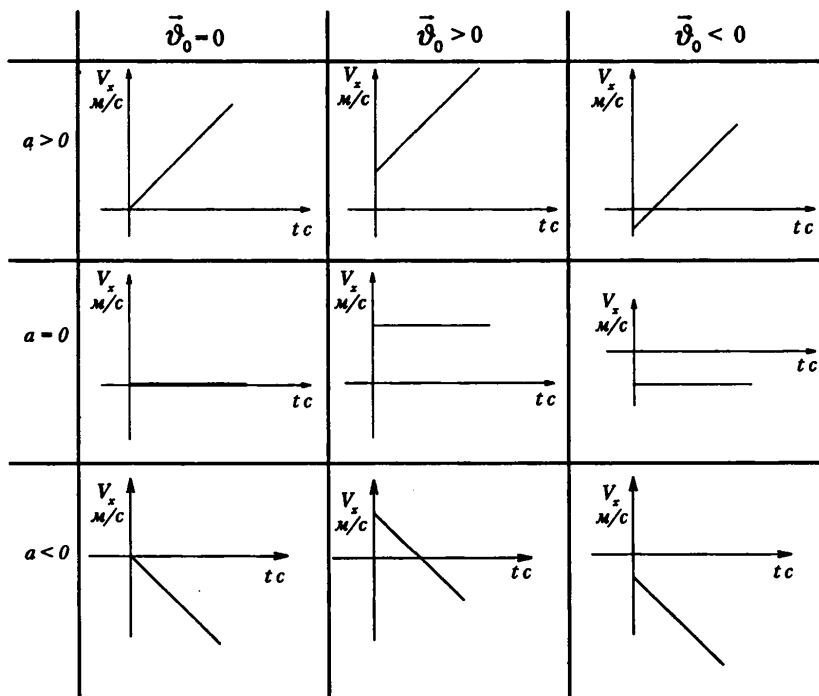


Рис. 24

По графику $V(t)$ можно определить ускорение:

График ускорения: $a(t) a = const.$

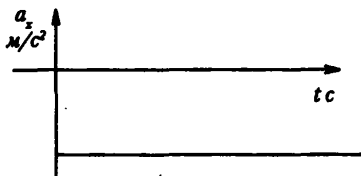
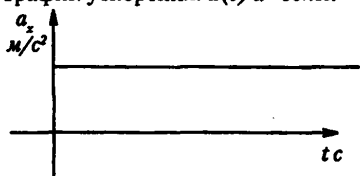


Рис. 25

Из утверждения, что величина перемещения тела численно равна площади под графиком зависимости скорости движения тела от времени, можно вывести:

$X = X_0 + V_{0x}t + \frac{axt^2}{2}$ – закон равноускоренного прямолинейного движения.

Зависимость координаты от времени при прямолинейном равноускоренном движении.

Графики зависимости координат от времени при движении с постоянным ускорением (рис. 26).

$OA \quad V_x > 0 \quad a_x < 0 \quad V_0 = 0$

$OB \quad V_x < 0 \quad a_x > 0$

Уравнение $x = \frac{axt^2}{2}$.

Уравнение $X = X_0 + \frac{axt^2}{2}$.

$V_0 = 0$.

Оба движения равноускоренные.

Построение графиков зависимости координаты от времени при $a = const$ сводится к построению отрезков параболы (рис. 27). Для лучшего усвоения графиков полезно повторить соответствующий раздел математики.

III. Повторение. Беседа

1. Какое движение называют равноускоренным или равнопеременным?
2. Что называют ускорением?
3. Какая формула выражает смысл ускорения?
4. Чем отличается «ускоренное» прямолинейное движение от «замедленного»?
5. Постройте и объясните график скорости прямолинейного равноускоренного движения с начальной скоростью и без начальной скорости.

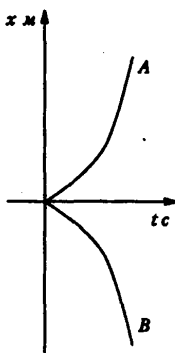


Рис. 26

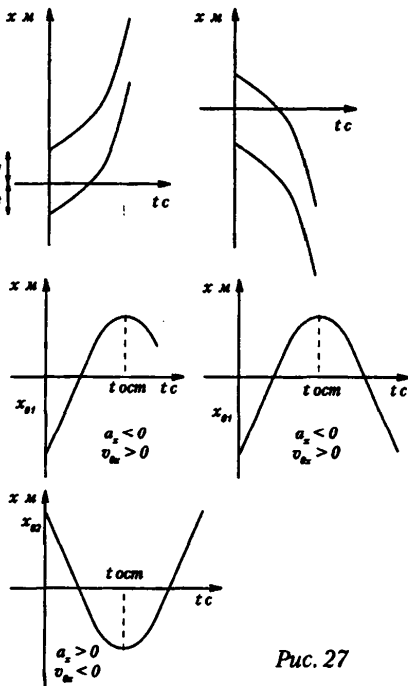


Рис. 27

6. Как по графику скорости равноускоренного движения можно определить ускорение и путь, пройденный телом в этом движении?

IV. Решение задач

1. Велосипедист, едущий со скоростью 18 км/ч, начинает спускаться с горы. Определить скорость велосипедиста через 6 с, если ускорение равно $0,8 \text{ м/с}^2$.

Дано:

$$V_0 = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$$a = 0,8 \text{ м/с}^2$$

$$V - ?$$

Решение:

Движение велосипедиста равноускоренное, т. е. $a > 0$. Ось Ox направим по направлению движения велосипедиста.

Скорость можно определить по формуле: $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$. С учетом знаков проекций на ось Ox формула скорости примет вид: $V_x = V_{0x} + a_x t$

Проверим размерность (рис. 28):

$$v = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} \right] = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

Вычислим значение скорости: $V = 5 + 0,8 \cdot 6 = 9,8 \text{ м/с}$.

(*Ответ:* $V = 9,8 \text{ м/с}$ – конечная скорость велосипедиста.)

2. Поезд через 20 с после начала движения приобретает скорость $90,6 \text{ м/с}$. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с ?

Дано:

$$t_1 = 20 \text{ с}$$

$$V_0 = 0$$

$$V_1 = 0,6 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 3 \text{ м/с}$$

$$t_2 - ?$$

Решение:

Движение поезда носит равноускоренный характер, скорость увеличивается, ускорение постоянно и положительно ($a = \text{const}$).

Найдем ускорение движения: $a = \frac{V_1 - V_0}{t_1}$ (проекция конечной скорости поло-

жительна), т. к. $V_0 = 0$, $\Rightarrow a = \frac{V_1}{t_1}$

Пользуясь формулой ускорения, найдем промежуток времени:

$$t_2 = \frac{V_2 - V_0}{a} = \frac{V_2}{a} = \frac{v_2 \cdot t_1}{v_1} \left[\frac{\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{с}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right] = [\text{с}]; \quad t_2 = (3 \cdot 20) / 0,6 = 100 \text{ с} \approx 1,7 \text{ мин.}$$

(*Ответ:* $t_2 = 100 \text{ с}$.)

3. Скорость автомобиля за 10 с уменьшилась с 10 до 6 м/с. Написать формулу зависимости $x_{(t)}$ скорости от времени, построить график этой зависимости и по графику определить скорость через 20 с.

Дано:

$$t_1 = 10 \text{ с}$$

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t_2 = 20 \text{ с}$$

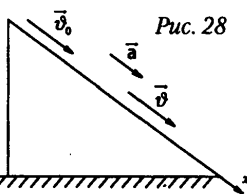
Найти:

$$V_x(t) - ?$$

$$V_2 - ?$$

Решение: Скорость автомобиля уменьшается, следовательно, движение равнозамедленное, т. е. $a_x < 0$. Направление скорости движения противоположно направлению ускорения. Уравнение проекции скорости примет вид:

$$V_x = V_{0x} - a_x t \quad (1)$$



Чтобы найти зависимость $V_x(t)$ для данной задачи, необходимо определить ускорение автомобиля.

Знак « \leftrightarrow » перед a_x уже учли в уравнении (1). В данном случае находится модуль ускорения. Уравнение скорости движения: $V = 10 - 0,4t$.

Построим график зависимости (рис. 29).

Достаточно определить две точки, так как графиком скорости является прямая линия. Можно составить таблицу.

T	0	5
V	10	8

Через $t_2 = 20$ с скорость автомобиля будет равна $V_2 = 2$ м/с.

Значение скорости можно проверить аналитически, если подставить в уравнение скорости вместо времени значение $t_2 = 20$ с. Получим:

$$V_2 = 10 - 0,4 \cdot 20 = 10 - 8 = 2 \text{ м/с.}$$

(Ответ: $V_2 = 2$ м/с; $V_x(t) = 10 - 0,4t$.)

4. Самолет летел со скоростью 216 км/ч и стал двигаться с ускорением 9 м/с² в течение 20 секунд. Какое расстояние пролетел самолет за это время и какой скорости он достиг? (Ответ: $S = 3000$ м = 3 км; $V = 240$ м/с.)

5. Автомобиль при движении со скоростью 43,2 км/ч останавливается в течение 3 с. Какое расстояние проезжает он до остановки? (Ответ: 18 м.)

6. Поезд движется со скоростью 20 м/с. При торможении до полной остановки он прошел расстояние в 200 м. Определите время, в течение которого происходило торможение. (Ответ: 20 секунд)

7. Уравнение скорости движущегося тела $V = 5 + 4t$. Написать уравнение перемещения $S(t)$ и описать характер движения, определить начальные условия. (Ответ: $V_0 = 5$ м/с; $a = 4$ м/с²; $S(t) = 5t + 2t^2$.)

8. Два пункта A и B расположены на расстоянии $l = 240$ м друг от друга на склоне горы. От пункта A начинает равноускоренно спускаться к пункту B велосипедист с начальной скоростью $V_{01} = 8$ м/с. Одновременно из пункта B к пункту A начинает равнозамедленно подниматься мотоциклист с начальной скоростью $V_{02} = 16$ м/с. Они встречаются через $t_1 = 10$ с, к этому времени велосипедист проехал $S_1 = 130$ м. С каким ускорением ехал каждый из них? (Ответ: $a_1 = 1$ м/с²; $a_2 = 1$ м/с².)

9. Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея скорость 18 км/ч, движется равнозамедленно с ускорением 20 см/с², другой, имея скорость 5,4 км/ч, движется равноускоренно с ускорением 0,2 м/с². Через какое время велосипедисты встретятся и какое перемещение совершит каждый из них до встречи, если расстояние между ними в начальный момент времени 130 м? (Ответ: $S_1 = 60$ м; $S_2 = 70$ м; $t_1 = 20$ с.)

10. Условие движения тела дано в виде $x = 15t + 0,4t^2$. Определить начальную скорость и ускорение движения тела, а также координату и скорость тела через 5 с. (Ответ: $a = 0,8$ м/с²; $V_0 = 15$ м/с; $x = 85$ м; $V = 19$ м/с.)

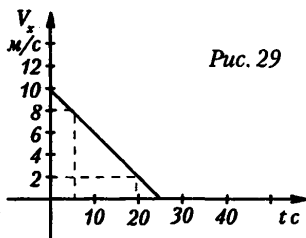


Рис. 29

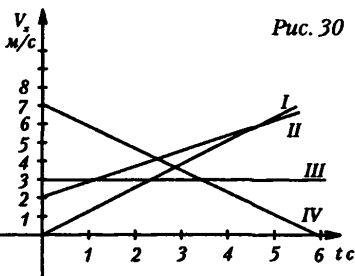


Рис. 30

10. Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = -3t^2$. Определить перемещение и скорость точки через 2 секунды. (Ответ: $V = -12$ м/с; $S = -12$ м.)

11. Пользуясь графиком (рис. 30), определите перемещение каждого тела через 4 с. Запишите формулу скорости для каждого движения.

Домашнее задание

П. 13–16, с. 36 задачи (1-2).

Урок 12. Лабораторная работа «Определение ускорения тела при равноускоренном движении»

Цель работы: изучить особенности равноускоренного движения.

Оборудование: 1) желоб лабораторный; 2) метроном, настроенный на 120 колебаний в минуту, или метроном электронный – один на класс; 3) шарик металлический диаметром 1,5 – 2 см; 4) цилиндр металлический; 5) лента сантиметровая; 6) штатив с муфтой и лапкой.

Ход работы

1. Определите перемещение шарика, скатывающегося по желобу без начальной скорости. Опыт повторите 3 раза при одном и том же времени скатывания.

Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

№ опыта	Перемещение, см	Время, в условных единицах	Ускорение шарика, м/с ²
1			
2			
3			
Среднее			

Инструкция:

1) отметить начальную точку на желобе для отсчета перемещения шарика;
2) приучитесь к ритмичному счету; для этого несколько раз подряд говорите: нуль, один, два, три и т. д., прислушиваясь к ударам метронома;

3) по удару метронома со счетом «нуль» пускайте шарик. Регулируйте положение цилиндра по отношению к концу желоба так, чтобы шарик ударился о него в момент соответствующего удара метронома;

4) запишите число промежутков времени, отбиваемых метрономом, необходимое шарiku для наибольшего перемещения по желобу.

2. Вычислите среднее значение наибольшего перемещения, совершенного шариком: S_{cp} .

3. Вычислите ускорение шарика в СИ.

4. Разбейте среднее перемещение на части, проходимые шариком в последовательно равные промежутки времени, отбиваемые метрономом:

$$S_1 : S_2 : S_3 : S_4 : \dots : S_n = 1 : ? : ? : ? : \dots$$

$$S_1 = \dots \text{ см}$$

$$S_2 = \dots \text{ см}$$

$$S_3 = \dots \text{ см}$$

.....

$$S_n = \dots \text{ см}$$

Проверка. Уложите на желобе спички – указатели тех мест, которые соответствуют отрезкам перемещений, проходимых шариком за равные промежутки времени. Пустите шарик и проверьте его удары об указатели по метроному.

5. Сделайте вывод.

Домашнее задание

С. 36 задачи 3–4.

Урок 13. Свободное падение тела

Цель: сформировать понятие свободное падение, добиться усвоения представления о свободном падении как о равноускоренном движении; продолжить формирование умений выделять главное, существенное в изучаемом материале, логически излагать свои мысли, составлять план параграфа, использовать навыки самостоятельной работы.

Ход урока

I. Фронтальный опрос

- Дайте определение равноускоренного движения, ускорения.
- Тело прошло за первую секунду 2 м, за вторую – 4 м, за третью – 6 м. Можно ли утверждать, что движение является равноускоренным?
- Какие вы знаете формулы, описывающие равноускоренное движение?

II. Изучение нового материала

Примером ускоренного движения является падение тел. Понаблюдаем за падением бумажного и металлического дисков: если опустить их одновременно врозь, то бумажный диск достигнет пола позже, а если наложить их друг на друга, то они упадут одновременно. Прошу учащихся объяснить данное явление. Это явление наблюдал, изучил и описал Галилео Галилей.

Сообщения учащихся

Галилео Галилей (1564–1642)

Знаменитый итальянский ученый, один из основателей точного естествознания, боролся против схоластики, считал основой познания опыт. Заложил основы современной механики: выдвинул идею об относительности движения, установил законы инерции, свободного падения и движения тел по наклонной плоскости, сложения движений; открыл изохронность колебаний маятника; первым исследовал прочность балок. Построил телескоп с 32-кратным увеличением и открыл горы на Луне, четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце. Активно защищал гелиоцентрическую систему мира, за что был подвергнут суду инквизиции (1633), вынудившей его отречься от учения Н. Коперника. Согласно легенде, Галилей после своего вынужденного отречения воскликнул: «А все-таки она вертится!»

До конца жизни Галилей считался «узником инквизиции» и принужден был жить на своей вилле Арчетри близ Флоренции. В 1992 г. папа Иоанн-Павел II объявил решение суда инквизиции ошибочным и реабилитировал Галилея.

О свободном падении тел (по содержанию § 15).

III. Самостоятельная работа с учебником

Прочитать параграф, составить план конспекта:

1. Свободное падение.
2. Ускорение свободного падения.

3. Кинематические характеристики свободного движения.

4. Это интересно.

Составление конспекта

Учащиеся сами или с помощью учителя формулируют определения и записывают их в тетрадях:

– Свободным падением называется движение тела только под действием силы тяжести.

– Ускорение, с которым падают тела в вакууме около поверхности Земли, называется ускорением свободного падения ($g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$).

– Скорость тела в свободном падении в любой момент времени t :

$$V = V_0 + gt; V = gt \text{ при } V_0 = 0.$$

– Путь h , пройденный телом в свободном падении к моменту времени t :

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; h = \frac{gt^2}{2}; v_0 = 0, \text{ при } V = 0.$$

– На полюсе $g \approx 9,832 \text{ м/с}^2$; на экваторе $g \approx 9,780 \text{ м/с}^2$; на широте 45° $g \approx 9,80665 \text{ м/с}^2$; с высотой g уменьшается; на других планетах отлично от $9,8 \text{ м/с}^2$ (на Луне $g \approx 1,623 \text{ м/с}^2$).

III. Закрепление изученного

Решение кроссворда (см. раздел «Самостоятельные и контрольные работы»)

Ответы: 1. Город. 2. Падение. 3. Положительный. 4. Пиза. 5. Отрицательный. 6. Перо. 7. Дробинка.

Ключевое слово: имя первого физика-экспериментатора.

IV. Решение задач:

1. Г. Галилей, изучая законы свободного падения (1589 г.), бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни и какова их скорость при ударе о землю? (*Ответ:* 3,4 с; 33,6 м/с)

2. Тело свободно падает с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения? (*Ответ:* 35 м).

Домашнее задание

§ 17.

Дополнительная информация

Гений фантазии – Леонардо да Винчи, стараниями которого на головы удивленных современников были обрушены чертежи – проекты многих вещей, коими насыщена и перенасыщена современная жизнь. Вертолет и планер, экскаватор и механизм для забивания свай, подвесной мотор, швейная машина, выдвигающаяся пожарная лестница – все хорошие наши знакомцы, но все они входили в жизнь долгими путями с немалым сопротивлением, потому что принимались поначалу как причуды ума. Скажем, парашютная история.

Кто из окружения да Винчи мог всерьез воспринять следующее его заявление? «Вполне возможно, – писал он, – что человек, бросившись вниз с любой высоты, не разобьется, если будет иметь над головой палатку размером 12 на 12 локтей». Конечно, смельчаки прыгали потехи ради с небольших строений. Но чтобы с любой высоты? О том лишь в легендах. Суровому испытанию затею да Винчи подверг столетие спустя, в 1628 году французский авантюрист Лавен. За подделку денег его поселили в крепостную тюрьму. Однако бурной натуре совсем не подходила столь монотонная жизнь, и он надумал бежать, соорудив ту самую палатку. Прыгнув с достаточной вы-

соты, Лавен гладко приземлился внизу. Правда, его тут же обступила стража, но это уже иной сюжет, уводящий нас от высокой темы.

Состоялись и другие прыжки. Среди них – предпринятый, например, в XVIII веке одним из знаменитых братьев Монгольфье, Жозефом, с высокой башни при поддержке зонтообразного купола собственной конструкции. Словом, идея жила, совершенствовалась, ждала практической удачи. Решительный поворот этому придал русский офицер Г. Котельников.

Как-то он оказался очевидцем гибели летчика Льва Мациевича. Был потрясен. С этого дня и начал неотступно искать решение. Действующие конструкции имели то неудобство, что хотя парашют и находился в самолете, однако лежал рядом с пилотом, и при несчастье его надлежало надевать на себя и прыгать. Но времени на это уже не оставалось. В 1911 году Г. Котельников предложил ранцевый вариант, при котором купол и стропы укладываются в специальный мешок. Надоумил случай: однажды изобретатель увидел, как большой кусок шелка легко уместился в дамской сумочке. Теперь, имея парашют на себе (а не возле), летчик мог в любой момент покинуть самолет, а затем раскрыть купол.

Отличная мысль. Увы, военное ведомство не проявило усердия, отклонив изобретение, хотя испытания шли успешно. Воспользовавшись заминкой, ловкий делец В. Ломач приобрел чертежи и вывез новинку во Францию, где ею быстро распорядились. Россия вскоре тоже спохватилась. Во время первой мировой войны в 1914 году парашютом Котельникова были обеспечены, в частности, летчики тяжелых бомбардировщиков «Илья Муромец».

Ныне парашютные разработки продвинулись настолько, что фантастическая идея да Винчи прыгать с любой высоты под покровом палатки в 12 на 12 локтей вошла в реальные берега. Недавно советский спортсмен Е. Андреев, например, покорил высь в 26 километров! А неуемная фантазия ищет себе новых приключений. Возникли парашюты-гиганты, умеющие деликатно принести на Землю груз практически любого, сколько угодно большого веса, лишь бы достало снаоровки поднять его в небо. Недавно родился «парашют-крыло», сподобленный надувному матрацу. Лавируя им, мастера экстра-класса (в их числе советские) попадают в круг радиусом 10 сантиметров. Налицо поистине парашютная «калейдоскопия». Вот насколько предусмотрительной оказалась безоглядная по своим временам фантазия да Винчи.

Домашнее задание

П. 17, задача стр. 43 (1).

Урок 14. Ускорение свободного падения. Решение задач

Цель: научить решать задачи по теме «Ускорение свободного падения».

Ход урока

1. Модель ракеты взлетает вертикально вверх с ускорением $a=4 \text{ м/с}^2$. Двигатель модели работает в течении $t=10 \text{ с}$. Вычислите среднюю скорость за время от старта до достижения наивысшей точки траектории. (20 м/с)

2. С высокой башни с интервалом $t=1 \text{ с}$ бросают с нулевой начальной скоростью два камня. На каком расстоянии S друг от друга будут находиться камни в тот момент, когда скорость второго станет равной $v=30 \text{ м/с}$? (38 м)

3. Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0=5 \text{ м/с}$ один за другим через промежуток времени $t=0,2 \text{ с}$. Через какое время T после бросания первого шарика оба шарика окажутся на одной высоте. (0,6 с)

4. Из орудия выстрелили вертикально вверх. Время равноускоренного движения снаряда в стволе $T=0,02$ с, длина ствола $L=2$ м. Какой максимальной высоты H достигает снаряд? (2 км.)

5. Нырятьщик, прыгнув с нулевой начальной скоростью с высоты $H=20$ м, погрузился в воду на глубину $h=10$ м. Сколько времени T он двигался в воде до остановки. (1 с)

6. Камень падает в шахту с нулевой начальной скоростью. Через $t=6$ с слышен звук удара камня о дно. Определите глубину шахты h . Скорость звука в воздухе $v=330$ м/с. (153 м)

7. Свободно падающее тело за последнюю секунду падения прошло $2/3$ всего пути. Найдите путь, пройденный телом за все время падения. (28 м)

8. Тело свободно падает с башни с нулевой начальной скоростью. Известно, что вторую половину пути оно прошло за $t=1$ с. Найдите высоту башни. (58 м)

9. Свободно падающее тело с нулевой начальной скоростью прошло $S=30$ м за $t=0,5$ с. Найдите путь H , пройденный телом за время падения. (188 м)

Домашнее задание

Стр. 43 задачи 4, 3.

Урок 15. Лабораторная работа «Определение ускорения при свободном падении»

Цель: научить определять ускорение при свободном падении.

Задача

При проведении опыта по определению ускорения свободного падения g с помощью линейки-маятника были получены следующие данные: расстояние между двумя засечками на линейке $S = 75,0 \pm 0,5$ см, число колебаний линейки $n = 39$, время, затраченное на эти колебания, $t = 30 \pm 1$ с. Определите ускорение свобод-

ного падения по формуле: $g = \frac{2S}{(t/2n)^2}$.

Вычислите относительную погрешность методом оценки результата по фор-

муле: $\frac{\Delta t}{t} = \frac{2\Delta t}{t} + \frac{2S}{S}$.

Примечания:

1. Переход линейки из одного крайнего положения в другое считайте за одно колебание.

2. Время, затраченное на перемещение шарика, равно времени перехода линейки от крайнего ее положения до момента соприкосновения с шариком.

Методические рекомендации:

1. Край линейки, о который ударяется падающий шарик, должен быть очищен от следов предыдущих опытов.

2. Длина нити свешивающегося шарика должна быть такой, чтобы шарик слегка касался края линейки на уровне оси вращения. Регулирование длины нити производите наматыванием (или сматыванием) на гвоздь.

3. Экваториальную часть шарика нужно густо смазать зубной пастой или окунуть ее в кашу из зубного порошка.

4. При проведении работы необходимо руководствоваться следующим:

1) сообщать ученикам о периоде колебаний маятника не надо;

2) для определения g пользуйтесь формулой:
$$S = \frac{g \left(\frac{t}{2\pi} \right)^2}{2},$$

где n – число колебаний маятника – линейки, t – время, затраченное на колебания, S – перемещение шарика за время движения линейки от крайнего положения до среднего;

3) вычислять время, необходимое для движения линейки от крайнего положения до положения равновесия, не нужно, так как при вычислении $1/2\pi$ вследствие округления вносится новая погрешность, что может сказаться на результатах опыта;

4) если у учащихся возникнет вопрос об изменении времени, затрачиваемого маятником-линейкой на одно колебание при затухании колебаний, необходимо указать им, что время не меняется.

5. Определение относительной погрешности производите по формуле.

$\Delta t_{\text{отн}} = \frac{\Delta S}{S} + \frac{2\Delta t}{t}$, которая дает возможность проверить, входит ли значение g данной местности в диапазон границ приближенного значения g , найденного из опыта.

Такой метод приучает учеников к проверке полученных результатов опыта, а не является простым и ненужным подсчетом погрешностей без практического их применения.

Инструкция для проведения лабораторной работы

Цель работы: определить ускорение свободного падения, используя изохронность колебания маятника

Оборудование: 1) прибор; 2) тюбик зубной пасты; 3) рулетка; 4) часы с секундной стрелкой; 5) штатив с муфтой и лапкой.

Описание и установка прибора

Прибор состоит из основной линейки (100x2x0,5 см) с отверстием на расстоянии 10 см от одного из концов для надевания ее на ось с небольшим гвоздиком на торце; жестяной пластины, длина которой должна быть такой, чтобы свешивающийся с нее шарик слегка касался линейки на уровне оси; металлического стержня, вставленного в деревянный брусок в качестве оси; медного или стального шарика диаметром 3 см с петлей.

При установке прибора необходимо:

1) брусок с осью укрепить в лапке штатива и на ось надеть линейку. Вывести линейку из положения равновесия и отрегулировать горизонтальность оси, чтобы линейка вдоль нее не перемещалась;

2) к гвоздику, вбитому в линейку, на нитке подвесить шарик, причем длина нити должна быть такой, чтобы при перекидывании ее через ребро пластины линейка отклонялась на небольшой угол, и шарик слегка соприкасался с ней.

3) смочите экваториальную часть шарика зубной пастой. Линейку придвиньте к шарiku и сделайте на ней засечку – начальное местонахождение шарика.

Примечания:

1) отклоненная линейка при перекидывании нити возвращается в вертикальное положение и ударяется о падающий шарик. При этом на ней получается конечная метка нахождения шарика. Расстояние между метками определяет путь падающего шарика;

2) время движения шарика определяется по времени перемещения линейки из отклоненного положения в положение равновесия. Промежуток времени каждого колебания ритмически колеблющейся линейки желательно определять по значительному числу ее колебаний в течение 30-45 с. Почему?

Ход работы

1. Сформулируйте ответы:

а) Для определения времени перемещения отклоненной линейки в положение равновесия посредством часов, имеющих секундную стрелку, необходимо...

б) Зная перемещение свободно падающего шарика и время его прохождения, найдите g по формуле ...

2. Соберите установку по указаниям установки прибора.

3. Проведите опыт и заполните таблицу.

Линейка		Шарик	
Число колебаний	Время колебаний	Перемещение	Ускорение

4. Вычислите относительную погрешность методом оценки результата.

Проверьте, находится ли значение g , взятое из таблиц, внутри диапазона границ (НГ и ВГ) значения g , полученного из опыта.

5. Сделайте вывод. Ускорение силы тяжести зависит от ...

Дополнительные вопросы

1. Каков вес падающего шарика?

2. Какова сила тяжести падающего шарика?

3. Какое время потребовалось бы на прохождение шариком того же расстояния, если опыт проводился на Луне?

4. Какой вид имела бы траектория падающего шарика в связанной с ним системе отсчета?

5. Какой вид имела бы траектория падающего шарика, если бы опыт проводился в равномерно и прямолинейно движущемся вагоне поезда наблюдателем, находившимся на Земле? Дать чертеж, обосновав формулами.

6. Какой вид имела бы траектория падающего шарика, если бы опыт проводился в поезде, движущемся прямолинейно, но равноускоренно, для наблюдателя, находящегося на Земле? Дать чертеж, обосновав формулами.

7. Какой вид имела бы траектория падающего шарика, если опыт проводился в поезде, движущемся равноускоренно и прямолинейно, в системе отсчета, связанной с вагоном? Дать чертеж, обосновав формулами.

Домашнее задание

Повторить п.17.

Урок 16. Графическое описание свободного падения. Одномерное движение в поле тяжести при наличии начальной скорости

Цель: научить описывать графически свободное падение.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

1. Почему струя воды разделяется на отдельные капли при падении на Землю.

- Опишите эксперименты Р. Бойля и Г. Галилея, подтвердившие постоянство ускорения тел, свободно падающих на Землю.
- Чем отличается падение тел в воздухе от их падения в вакууме.
- Почему раскрытие парашюта существенно уменьшает скорость приземления парашютиста?

II. Самостоятельная работа

См. раздел «Самостоятельные и контрольные работы».

Ответы:

Вариант 1: 1. 24,1 м/с. 2. 245 м, 0 м. 3. 20 м

Вариант 2: 1. $t = \frac{2d + g\tau}{2g\tau}$. 2. 8 с; 87,4 м; 73,5 м; 83,3 м. 3. ≈ 9000 м; ≈ 500 м/с

III. Изучение нового материала

Свободное падение тела в безвоздушном пространстве является равноускоренным движением и описывается следующим законом:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}, \text{ так как } ay = g.$$

Если начальная скорость тела отсутствует, а начальная точка движения совпадает с нулем системы координат, то

$$y = \frac{gt^2}{2}; y = H; H = \frac{gt^2}{2} - \text{квадратичная зависимость от времени. По графику}$$

(рис. 32) можно определить время падения тела на Землю. $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

t_n – время падения на Землю.

Зависимость скорости от времени:

$$V_y = V_{0y} + gt, \text{ где } a_n = g$$

$$\text{при } V_{0y} = 0$$

$$V_y = gt. \text{ Графиком будет являться прямая.}$$

С математической точки зрения прямая не ограничена.

С физической – имеются лишь $t_0 = 0$ (начало движения) и t_n (время падения).

В поле тяжести тело движется с постоянным ускорением, т. е. равнопеременно, независимо от начальной скорости тела и его направления. Брошенный вверх мяч вплоть до высшей точки подъема движется равнозамедленно (тормозит), а вниз движется равноускоренно.

График зависимости пути l и перемещения y , для тела, брошенного с некоторой высотой H , будет выглядеть так (рис. 33).

$$\text{Так как в наивысшей точке } V = 0; 0 = V_0 - gt;$$

$$t = \frac{v_0}{g} - \text{время подъема. Мах подъема } H = \frac{v_0^2}{2g}$$

Промежуток времени, после которого тело упадет, складывается из времени подъема на максимальную высоту и времени свободного падения с максимальной высоты $H + \frac{v_0^2}{2g}$ на Землю.

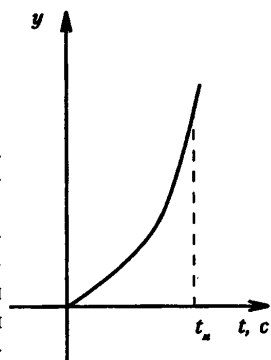


Рис. 32

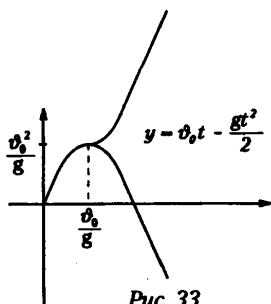


Рис. 33

IV. Закрепление изученного

1. С каким ускорением движется тело, брошенное вверх?
2. Чему равно и как направлено это ускорение?
3. Когда ускорение свободного падения берется со знаком «+», а когда со знаком «-»?
4. Учитывается ли сопротивление воздуха в формулах, описывающих свободное падение тел, и тел, брошенных вертикально вверх.

V. Решение задач

1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью V . Какой из представленных ниже графиков зависимости модуля скорости от времени соответствует этому движению? Построить $a(t)$, $x(t)$, $s(t)$.

А) Г. Б) Б. В) В. Г) А.

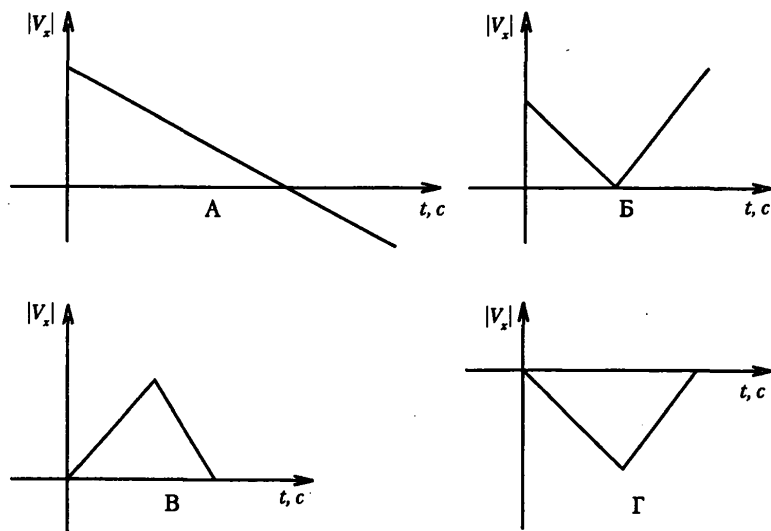


Рис. 34

2. На рисунке 35 представлен график зависимости проекции скорости v_x от времени. Найдите проекцию ускорения тела ax и проекцию его перемещения S_x за 5 с.

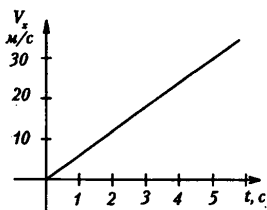


Рис. 35

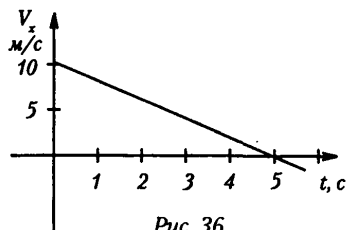


Рис. 36

(Ответ: $ax = 4 \text{ м/с}^2$; $S_x = 50 \text{ м}$)

3. Найдите проекцию ускорения ax тела на ось Ox и проекцию его перемещения S_x (рис. 36).

(Ответ: $ax = -2 \text{ м/с}^2$; $S_x = -25 \text{ м}$)

Домашняя работа

П. 18; с. 43, задачи (5–6).

Урок 17. Урок решения графических задач по теме «Различные виды механического движения»

Цель: Научить решать графические задачи.

Ход урока

Сначала оформляем на доске график зависимости скорости от времени $V(t)$ и обсуждаем, какие задачи можно составить на его основе (рис. 37).

1. Какие данные из приведенного графика можно взять для составления задачи?

Дано:

$$V_0 = 0;$$

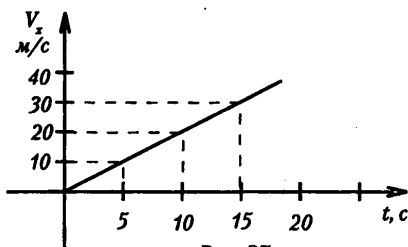
$$V = 30 \text{ м/с};$$

$$t = 15 \text{ с}$$

$a = ?$

Решение

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$



(Ответ: $a = 2 \text{ м/с}^2$.)

2. Вычислите путь при заданном на графике виде движения.

Дано:

$$V_0 = 0$$

$$V = 30 \text{ м/с}$$

$$t = 15 \text{ с}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

Решение:

Можно использовать формулы:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{v + v_0}{2} \cdot t; \quad S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}.$$

$$\text{Соответственно: } S = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot 15^2 \text{ с}^2}{2} = 225 \text{ м};$$

$$S = \frac{30 \text{ м/с}}{2} \cdot 15 \text{ с} = 225 \text{ м}; \quad S = \frac{30^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 2 \text{ м/с}} = 225 \text{ м}.$$

3. По данным графика составьте уравнения зависимостей кинематических характеристик от времени: $x = x(t)$, $S = S(t)$, $V = V(t)$, $a = a(t)$, если начальная координата $X_0 = 0$. Изобразите эти зависимости графически.

Решение:

Используя основные кинематические уравнения, получаем (в основных единицах): $x = t^2$; $S = t^2$; $V = 2t$; $a = 2$.

Строим график для координаты x (совпадающий в данном случае с графиком для перемещения S) и для ускорения a .

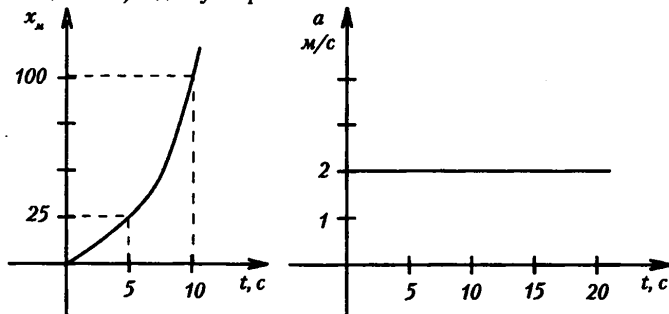


Рис. 38

Далее класс разбивается на группы из примерно одинаково успевающих учеников. Каждая группа получает задание самостоятельно составить задачи определенного вида (качественные, расчетно-логические или графические – в зависимости от уровня успеваемости) и решить их.

Примеры задач

1. Качественные задачи

Оценка «3»

Описать данные виды движения и определить, какие физические величины изменяются при переходе от графика 1 к графику 3 (рис. 39).

Оценка «4»

По графикам движения трех тел определить, как они движутся, и сравнить на каждом графике пути, пройденные телами за одинаковые промежутки времени.

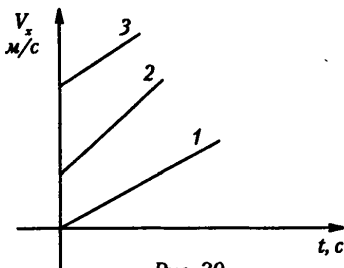


Рис. 39

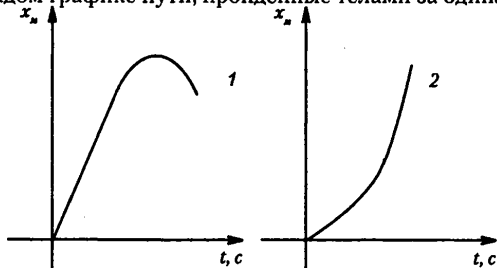
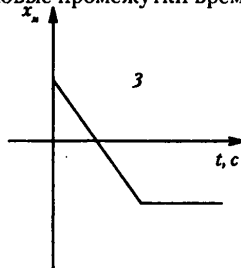


Рис. 40



Оценка «5»

Описать движения тел и сравнить их перемещения.

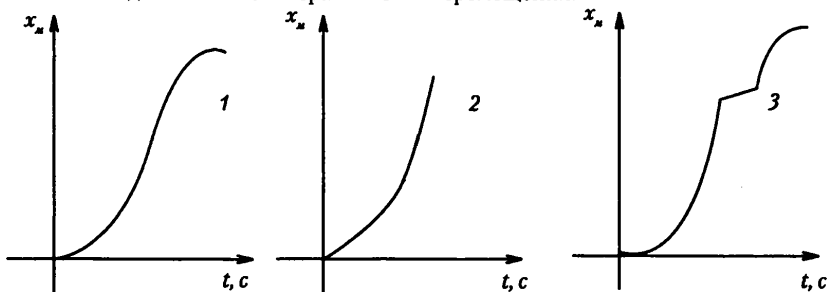


Рис. 41

2. Расчетно-логические задачи

Оценка «3»

Вычислить ускорения на разных участках по графику скорости (рис. 42).

Оценка «4»

По приведенному выше графику скорости определить перемещения на отдельных участках и вычислить среднюю скорость на всем пути.

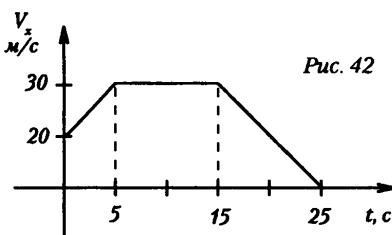


Рис. 42

Дано:

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$V = 20 \text{ м/с}$$

$$t_1 = 5 \text{ с}$$

$$t_2 = 10 \text{ с}$$

$$t_3 = 10 \text{ с}$$

$$V_x = 0$$

Решение:

$$S_1 = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t; S_2 = V \cdot t_2; S_3 = \frac{v \cdot t_3}{2};$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3; t = t_1 + t_2 + t_3;$$

$$S_1 = \frac{30 \text{ м/с} + 20 \text{ м/с}}{2} \cdot 5 \text{ с} = 125 \text{ м};$$

$$S_2 = 30 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 300 \text{ м}; S = 125 \text{ м} + 300 \text{ м} + 150 \text{ м} = 575 \text{ м};$$

$$t = 10 \text{ с} + 10 \text{ с} + 5 \text{ с} = 25 \text{ с}; v_{cp} = \frac{575 \text{ м}}{25 \text{ с}} = 23 \text{ м/с}.$$

Оценка «5»

По графику изменения координаты от времени $x, \text{ м}$ и $x = x(t)$ вычислить перемещение тела за 20 с, составить уравнения $V = V(t); S = S(t)$ для каждого участка пути (в основных единицах СИ) и вычислить ускорение на них, если начальная скорость равна 0 (рис. 43).

Решение:

Общее перемещение равно 0, т. к. $x(20 \text{ с}) = x(0 \text{ с})$.

На участке 1: $x = v_0 t + \frac{at^2}{2}; v_0 = 0 \Rightarrow a = \frac{2x}{t^2};$

$a = 2 \text{ м/с}^2 \Rightarrow x = t^2; V = V_0 = at \Rightarrow V = 2t.$

На участке 2: $x = -t^2.$

3. Графические задачи

Оценка «3»

По графику скорости (рис. 44) построить графики зависимости перемещения $S = S(t)$ и ускорения $a = a(t)$.

Оценка «4»

Сравнить по графикам $V = V(t)$ величины путей, пройденных телом за интервалы времени $t_1 - t_0$ и $t_2 - t_1$ (рис 45).

Оценка «5»

По графику скорости $V = V(t)$ построить графики зависимостей от времени пути $S = S(t)$ и ускорения $a = a(t)$ (рис. 46).

Домашнее задание

Повторить п. 18.

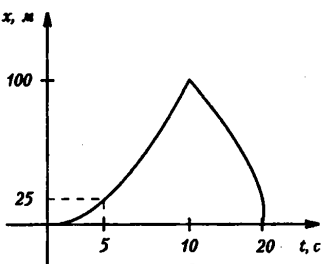


Рис. 43

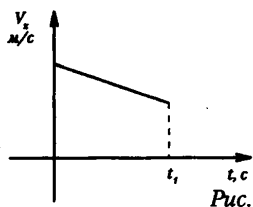


Рис. 44

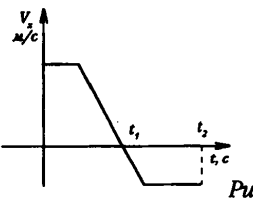
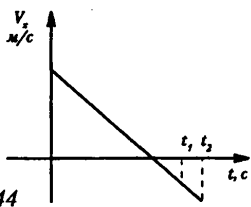


Рис. 45

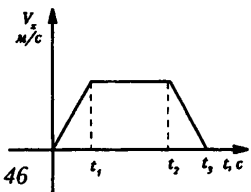


Рис. 46