Методические указания
для самостоятельной работы по физике

Раздел Механика:

Кинематика прямолинейного и вращательного движения.

Составил: доцент кафедры ЕиГД
Левандовский Б.И.

Введение.

Уважаемые студенты! Чтобы стать хорошим специалистом технического профиля или в области медицины, необходимы глубокие и прочные знания по физике. Почему? Потому, что физика является фундаментальной наукой о природе. Законы физики: а) объясняют явления окружающей нас природы; б) позволяют понять многие процессы жизни на Земле; в) лежат в основе современных технологий. Развитие физики обеспечивает прогресс развития человечества.

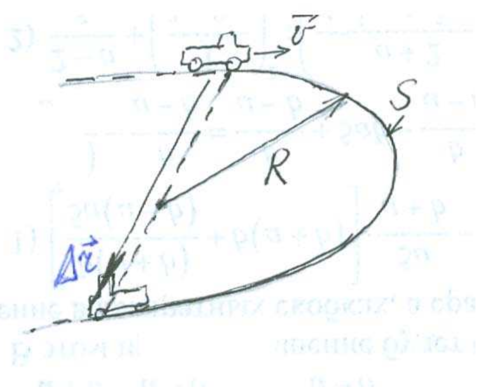
Уважаемые студенты, прочтите это введение внимательно, попробуйте выполнять рекомендации, которые будут приведены дальше:

1. Регулярно посещайте занятия, пытайтесь понимать изучаемый физический материал и выполняйте <u>самостоятельно</u> домашние задания. Читайте учебник и конспекты занятий в ваших рабочих тетрадях № 1 по физике. На каждом занятии преподаватели дают Вам ключевые (важные) фразы, которые необходимо изучить наизусть. Если что-то непонятно, то приходите на дополнительное занятие, спрашивайте у вашего преподавателя.
2. Физика традиционно делится на разделы (части). Данное пособие должно помочь Вам в изучении первой части механики- «Кинематики». В кинематике рассмотрено механическое движение без учёта причин (сил), которые вызывает движение.
3. Часто студент думает, что у него есть теоретические знания по физике, но на практике (в процессе решения задач) он не может свободно использовать (применять) свои знания. Это связано с тем, что у студента нет навыков (опыта) применения (использования) своих знаний.
4. Данное пособие поможет Вам получить необходимые советы для решения задач и у Вас должны появиться навыки (опыт) использования своих знаний по физике. <u>Самостоятельное решение</u> задач поможет Вам развивать мышление (умение думать), даст возможность закрепить навыки использования знаний по физике. Такие навыки (умения) будут необходимы Вам всегда в учёбе и будущей профессиональной работе после окончания нашего университета.
5. Уважаемые студенты! Успех каждого студента зависит от его настойчивой самостоятельной работы после занятий. Вы должны

регулярно следить за своими знаниями, выяснять и понимать, что Вы забыли или не поняли. Если надо, то студент читает нужный параграф в учебнике. Самостоятельная работа по закреплению теоретических знаний по физике при решении задач даст вам уверенность в себе и принесёт Вам успех не только в изучении физики, но и других предметов.

Теперь перейдём к решению задач.

Задача 1. Автомобиль при развороте проехал половину дуги окружности (рис.1). Во сколько раз путь, который проехал автомобиль, больше модуля его перемещения?



Решение задачи с объяснением.

Перерисуем данную схему в рабочую и обозначим на ней путь S и вектор перемещения $\Delta\vec{r}$ (рис.2) , запишем кратко условие задачи S – это путь, который проехал автомобиль. Путь S по условию задачи равен половине длины окружности l (l = 2 πR): S = $\frac{l}{2} = \pi R$ / (1)

Из рис.2 мы видим, что модуль вектора | $\Delta\vec{r}$ | = Δr будет $\Delta r = 2R$ (2).

Найдём искомую величину: $\eta = \frac{S}{\Delta r} = \frac{\pi R}{2R} = \frac{\pi}{2} = \frac{3{,}14}{2} = 1{,}57$.

Решите самостоятельно задачу № 2.

Задача 2. Теннисный мяч упал с высоты h_1 = 1,5м,
а после отскока от пола поднялся на высоту h_2 = 0,5 м.
Во сколько раз (η) путь мяча больше его модуля перемещения? (Рис.3).

Ответ: η = 2.

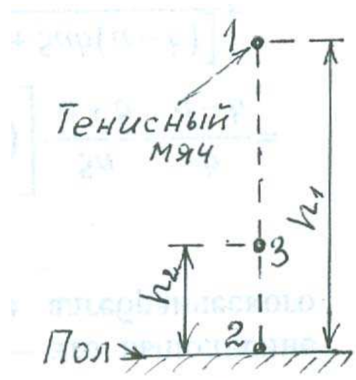
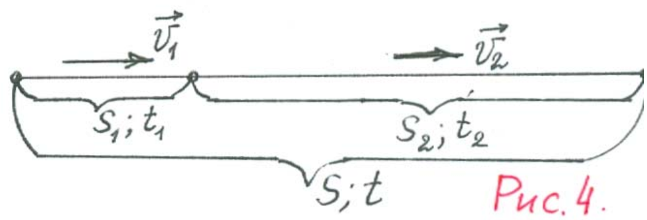


Рис. 3

Задача 3. Первую четверть пути ($S_1 = \frac{S}{r}$) поезд двигался со скоростью $v_1 = 72 км/ч$, а, оставшийся путь проехал со скоростью $v_2 = 54 км/ч$. Какова средняя скорость на всём пути. (Рис.4.)?



Решение задачи с объяснением

Запишем кратко условие задачи и выразим данные в системе СИ:

$S_1 = \frac{S}{4}$

$\nu_1 = 72\frac{км}{ч} = 20\frac{м}{с}$

$\nu_2 = 54\frac{км}{ч} = 15\frac{м}{с}$

$< \nu >$ - ?

$$\nu_1 = 72\frac{км}{ч} = \frac{72000 м}{3600 с} = 20\frac{м}{с}$$

$$\nu_2 = 54\frac{км}{ч} = \frac{54000 м}{3600 с} = 15\frac{м}{с}$$

Запишем формулу для средней путевой скорости:

$$< \nu > = \frac{S}{t} \qquad (1)$$

Из анализа рисунка следует: $S_2 = \frac{3}{4}S$ (2)

$$t = t_1 + t_2 \qquad (3)$$

На участках пути S_1 и S_2 тело (поезд) двигался равномерно со скоростями ν_1 и ν_2. Следовательно, мы можем записать:

$$\begin{cases} S_1 = \nu_1 t_1 \\ S_2 = \nu_2 t_2 \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} t_1 = \frac{S_1}{\nu_1} = \frac{S}{4\nu_1} & (4) \\ t_2 = \frac{S_2}{\nu_2} = \frac{3S}{4\nu_2} & (5) \end{cases}$$

Далее выполним необходимые алгебраические преобразования:

$$t = \frac{S}{4\nu_1} + \frac{3S}{4\nu_2} = \frac{S}{4}\left(\frac{1}{\nu_{11}} + \frac{3}{\nu_2}\right) = \frac{S(\nu_2 + 3\nu_1)}{4\nu_1 \cdot \nu_2} \qquad (6)$$

Выражение (6) подставим в (1) и получим рабочую формулу

$$< \nu > = \frac{4\nu_1 \cdot \nu_2}{\nu_2 + 3\nu_1} \qquad (7)$$

Проверим единицу измерения искомой величины $< \nu >$, когда подставим единицы измерения в рабочую формулу (7):

$$[< \nu >] = \left[\frac{\frac{м}{с} \cdot \frac{м}{с}}{\frac{м}{с} + \frac{м}{с}}\right] = \frac{м}{с}$$

Подставим числовые данные в системе СИ в рабочую формулу (7), выполним вычисление и получим ответ, который подчеркнём:

$$< v > = \frac{4 \cdot 20 \cdot 15}{15 + 3 \cdot 20} = \frac{80 \cdot 15}{75} = 16 м/с$$

Решение задачи № 3 иллюстрирует алгоритм (последовательность) решения задач в физике:

1) Первое чтение условия задачи надо сопроводить краткой записью в рабочей тетради условия задачи с переводом числовых данных в СИ. Эти данные необходимо представлять в рациональной форме.

   Например: $v = 300000 \frac{км}{ч} = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$.
2) После второго или третьего чтения условия задачи сделайте попытку изобразить рисунок или схему, которая соответствует условию задачи. Если уже есть рисунок или схема, то надо её нарисовать в рабочей тетради и нанести необходимые обозначения. Рисунок или схема поможет студенту провести анализ явлений, которые приведены в условии задачи.
3) Решение задачи надо всегда пытаться сопровождать кратким объяснением, так как это позволяет Вам закрепить знание естественнонаучной лексики. Начинают решение задачи с записи уравнения (формулы), куда входит искомая величина. Если необходимо, то записывают ещё несколько формул, которые связаны с первым уравнением. Получают систему уравнений. Затем производят алгебраические преобразования в буквенном (общем) виде до получения рабочей формулы для вычисления искомой величины.
4) Правильность выполнения алгебраических преобразований студент определяет с помощью проверки единицы измерения искомой величины по рабочей формуле. Такая проверка единицы измерения даёт возможность закрепить знание основных и производных единиц измерения различных величин и взаимосвязь между ними.
5) В рабочую формулу надо подставить числовые значения величин, которые выражены в единицах СИ, а затем выполнить вычисления. Числовое значение искомой величины записывают в рациональном виде, оно является ответом задачи и его можно подчеркнуть два раза.

   Попробуйте решить самостоятельно следующие задачи.

Задача 4. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью $v_1 = 36 км/ч$, а вторую – с $v_2 = 36 \frac{км}{ч}$. Определите среднюю путевую скорость.

Ответ: 8 м/с.

Задача 5. Грузовик первую треть пути $\left(S_1 = \dfrac{S}{3}\right)$ проехал со скоростью $v_1 = 36 км/ч$. Средняя путевая скорость была $< v >$ = 12 м/с. С какой скоростью грузовик проехал оставшуюся часть пути? (v_2 – ?). (рис.5).

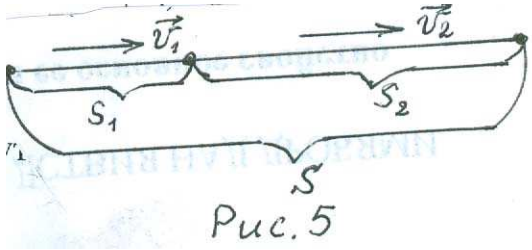


Рис. 5

Рассмотрим задачи, в которых представлено прямолинейное равнопеременное движение, когда $\vec{\alpha}$ = const. Для решения этих задач необходимо помнить следующие пять основных формул (рис.6):

1. $v = v_0 \pm \alpha t$

2. S = $v_0 t \pm \dfrac{\alpha t^2}{2}$

3. $v^2 - v_0^2 = \pm 2\alpha S$

4. $< v > = \dfrac{S}{t}$

5. $< v > = \dfrac{v_0 + v}{2}$

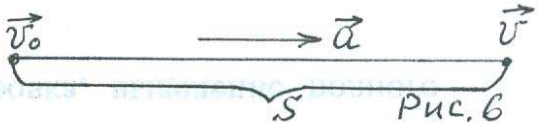


Рис. 6

В этих выражениях (формулах) приняты обозначения: v_0 и v - начальная и конечная скорости; $\pm\alpha$ - ускорение при равноускоренном и равнозамедленном движении; S – путь; t – время движения. Эти формулы следует упрощать, если начальная скорость $v_0 = 0$ или конечная скорость $v = 0$.

Задача 6. Тело начинает двигаться из состояния покоя и в течение четвёртой секунды ($\Delta t_4 = 1c$) проходит путь $\Delta S_r = 35 м$.

Какова скорость в конце четвёртой секунды?

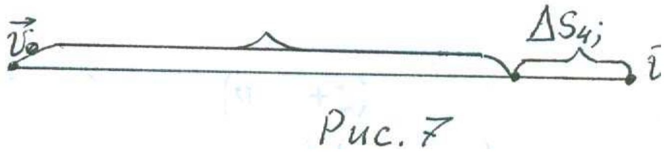


Рис. 7

Решение задачи с объяснением.

$\Delta S_4 = 35 м$
$v_0 = 0$
$\Delta t_4 = 1c$
t$_4$ = 4c
t$_3$ = 3c
v - ?

Перерисуем рисунок и показываем на нём величины, которые характеризуют движение (рис.8) данного тела. Запишем кратко условие задачи.

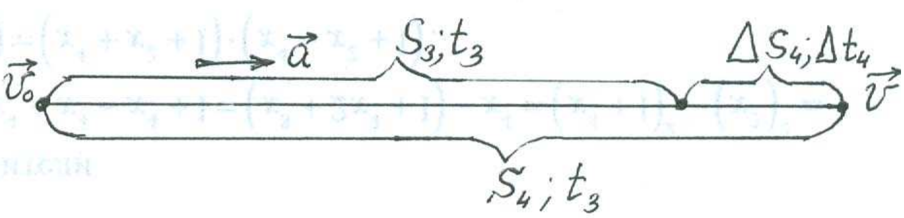


Рис.8

По условию задачи тело движется равноускоренно. Можно записать формулу для определения конечной скорости: $v = \alpha t_4$ (1)

Из анализа рисунка видим:

$$\Delta S_4 = S_4 - S_3 \qquad (2)$$

здесь S_4 и S_3 – есть пути, которые тело прошло за t_1 и t_2, а начальная скорость $v_0 = 0$:

$$S_4 = \frac{\alpha t_4^2}{2}; \quad S_3 = \frac{\alpha t_3^2}{2} \qquad (3)$$

Выполним алгебраические преобразования: подставим выражения (3) в формулу (2) и выразим ускорение:

$$\Delta S_4 = \frac{\alpha t_4^2}{2} - \frac{\alpha t_3^2}{2} \Rightarrow \Delta S_4 = \frac{\alpha}{2}\left(t_4^2 - t_3^2\right) \Rightarrow \alpha = \frac{2\Delta S_4}{t_4^2 - t_3^2}$$

Эту формулу для ускорения подставим в (1) и получим рабочую формулу:

$$v = \frac{2\Delta S_4 t_4}{t_4^2 - t_3^2}$$

Проверим единицу измерения искомой величины и находим числовое значение:

$$[\,v\,] = \left[\frac{м \cdot с}{с^2 - с^2}\right] = м/с$$

$$v = \frac{2 \cdot 35 \cdot 4}{16 - 9} = 40 м/с$$

Рекомендуем решить самостоятельно на равнопеременное движение следующие задачи.

Задача 7. Автомобиль, который двигался со скоростью $v_0 = 15 м/с$ затормозил и остановился через время t = 4 с. Определите тормозной путь (рис.9).
Ответ: 30 м.

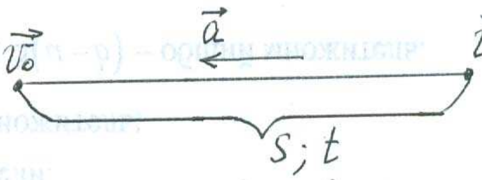


Рис. 9

Задача 8. За какое время скорость автомобиля при равноускоренном движении увеличилась от $v_0 = 18 км/ч$ до 20 м/с, если он проехал путь S = 200 м (рис.10).
Ответ: 16 с.

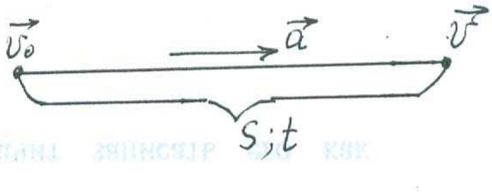


Рис.10

Задача 9. За пятую секунду ($\Delta t_5 = 1c$) равнозамедленного движения тело проходит путь $\Delta S_5 = 1м$ и останавливается. Какой путь (ΔS_3 - ?) пройдёт тело за третью секунду ($\Delta t_3 - t_c$). (См.рис.11).
Ответ: 5 м.

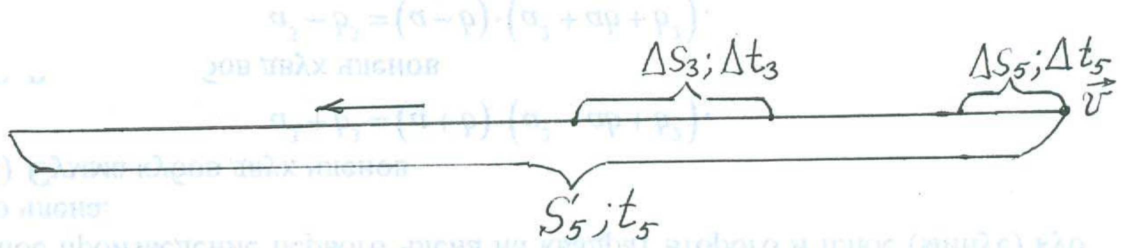


Рис.11

Задачи, в которых необходимо учитывать результирующую скорость движения тела.

Задача 10. Моторная лодка движется против течения реки со скоростью $v_1 = 36\ \frac{км}{ч}$. Какой путь пройдет эта лодка по течению реки за время t = 2 мин., если скорость течения реки v_T = 5 м/с? (Рис.12).

Рис.12

Решение задач с объяснением.

Перерисуем рисунок в рабочую тетрадь, проанализируем рисунок, запишем кратко условие задачи и выразим числовые данные величин с СИ.

$v_1 = 36\ \frac{км}{ч} = 10\ \frac{м}{с}$
t = 2 мин = 120 с
v_T = 5 м/с

S - ?

Из рис.12 мы видим, что путь S моторной лодки по течению реки можно определить по формуле:

$$S = v_П \cdot t, \qquad (1)$$

где t – время движения; $v_П$ - результирующая скорость лодки по течению:

$$v_П = v_л + v_T \qquad (2)$$

Против течения реки результирующая скорость моторной лодки v_1 будет:

$$v_1 = v_л - v_T \qquad (3)$$

В формулах (2) и (3) $v_л$ - это скорость лодки в неподвижной воде, а v_T - это скорость течения воды в реке. Выполним алгебраические преобразования

$$v_П - v_1 = 2v_T \Rightarrow v_П = 2v_1 + v_1 \qquad (4)$$

Поставим (4) в (1):

S = (2 $v_T + v_T$)t

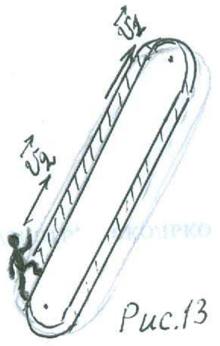
Проверим единицу измерения и выполним вычисление:

[S] = $\left[\left(\frac{м}{с} + \frac{м}{с}\right) \cdot с\right] = м$

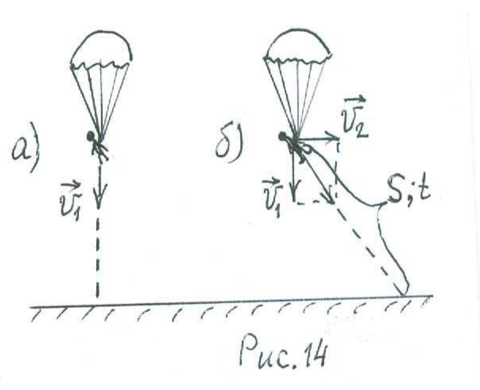
S = (2·5+10)·120 = 2400м = $\underline{\underline{2{,}4 \cdot 10^3 \text{ м}}}$

Решите самостоятельно.

Задача 11. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нём пассажира в течение t_1 = 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за время t_2 = 3 мин. (Рис.13). Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору?
Ответ: 45 с.



Задача 12. Парашютист опускается вертикально на Землю со скоростью $v_1 = 4м/с$ (Рис.14а) при спокойном состоянии воздуха.
С какой скоростью он будет двигаться (v - ?) при горизонтальном ветре, скорость которого v_2 = 3 м/с. (Рис.14б). Какое расстояние он пролетит
за время t = 1 мин?
Ответ: 300 м.



Свободное падение.

Свободное падение это частный случай равнопеременного движения по вертикали с ускорением свободного падения g = 9,8 м/с^2. Поэтому все формулы для равнопеременного движения справедливы и для этого движения. Для удобства выполнить в этих формулах замену: S $\Rightarrow$ h и $\alpha \Rightarrow g$.

Задача 13. Тело падает вертикально с высоты h = 19,6 м из состояния покоя. За какое время тело пройдёт: 1) первый 1 м своего пути (h_1 = 1 м); 2) последний метр своего пути (h_2 = 1 м) ? Сопротивление воздуха не учитывать. (Рис.15).

h = 19,6 м
h_1 = 1 м
h_2 = 1 м
$\nu_0 = 0$
$g = 9{,}8\ \frac{м}{с^2}$
----
t_1 - ?
t_2 - ?

Решение задачи с объяснением.
Перерисуем схему движения тела, запишем условие задачи и проанализируем условие задачи с помощью рисунка, запишем формулы:

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \qquad (1)$$

$$t_2 = t - t_3 \qquad (2)$$

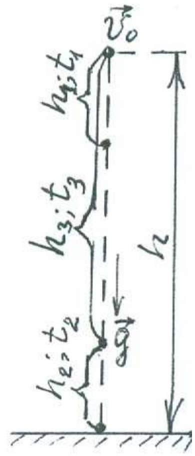


Рис.15

где t – время падения с высоты h, t_3 – время падения с высоты
$h_3 = h - h_2$ = 18,6 м. Выразим время t и t_3 :

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \qquad h_3 = \frac{gt_3^2}{2} \Rightarrow t\sqrt{\frac{2h_3}{g}} \qquad (3)$$

Выполним алгебраические преобразования:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{2(h-h_2)}{g}}$$

Проверим единицу измерения и выполним вычисление:

$$[\ t_1\ ] = [\ t_2\ ] = \left[\sqrt{\frac{м \cdot с^2}{м}}\right] = с$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{9{,}5}} \approx 0{,}45 с$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 19.6}{9.8}} - \sqrt{\frac{2(19{,}6-1)}{9{,}8}} \approx 2 - 1{,}95 = 0{,}05 с$$

Решите самостоятельно следующие задачи.

Задача 14. Тело, которое брошено вертикально вверх, вернулось на Землю через t = 3 с. Какова была начальная скорость (ν_0 - ?)? На какую высоту (h -?)поднялось тело. Сопротивление воздуха не учитывать. g = 9,8 м/с^2 . (Рис.16).
Ответ: $\nu_0 \approx 14{,}7 м/с$, h ≈ 11 м.

Задача 15. Тело падает вертикально с высоты h = 19,6 м из состояния покоя. Какой путь пройдёт тело: 1) за первую 0,1с (t_1 = 0,1 с) своего движения; 2) за последнюю 0,1 с (t_2 = 0,1 с) своего движения. Сопротивление воздуха не учитывать. (Рис.17) $h_1 \approx$ 0,1 с (t_1 = 0,1с) своего движения; за последнюю 0,1 с (t_2 = 0,1 с) своего движения. Сопротивление воздуха не учитывать. (Рис.15) 1) $h_1 \approx$ 0,049 м2) $h_2 \approx$ 17,7 м.

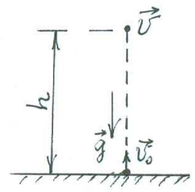


Рис. 16

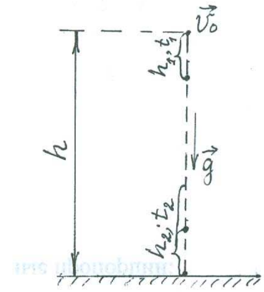


Рис. 17

Рассмотрим движение тела по криволинейной траектории (параболе)

Такое движение происходит, если тело бросают горизонтально или под углом к горизонту. Парабола есть результат одновременного участия в двух движениях: равномерном прямолинейном движении по горизонтали и свободном падении по вертикали.

Задача 16. С крутого берега реки высотой h = 20 м бросают горизонтально камень со скоростью 15 м/с. Найдите время падения (t - ?), дальность полета (S_x - ?) и скорость камня при падении в воду. Сопротивление воздуха не учитывать и принять g = 10 м/с^2. (Рис.18).

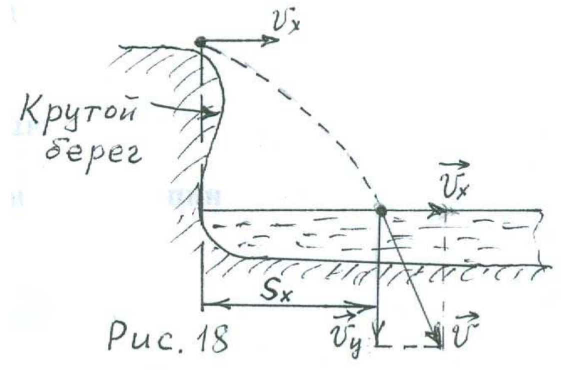


Рис. 18

Решение задачи с объяснением.

h = 20 м

Перерисуем рис.16 и запишем кратко условие задачи.

$v_X = 15 м/с$

g = 10 м/с^2

----

t - ?

S_X - ?

v - ?

Тело (камень) одновременно участвует в двух движениях: равномерном по горизонтали и свободном падении. Запишем формулы:

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \qquad (1)$$

$$S_X = v_X t \qquad S_x = v_x\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Из рисунка видим, что скорость падения камня в воду определяется по формуле Пифагора:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \qquad (2)$$

здесь v_y - скорость камня, которую он достигает при свободном падении:

$$v_y = gt = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} \qquad (3)$$

Подставим (3) в (2) и получим:

$$v = \sqrt{v_x^2 + 2gh}$$

Проверим единицы измерения искомых величин и найдём их числовые значения:

$$[t] = \left[\sqrt{\frac{мс^2}{м}}\right] = с \qquad [S_x] = \left[\frac{м}{с}\sqrt{\frac{м\cdot с^2}{м}}\right] = м$$

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

t = $\sqrt{\frac{2\cdot 20}{10}} = 2с$; S_x = 15·2=30 м

$$v = \sqrt{225 + 2\cdot 10\cdot 20} = \sqrt{625} = 25 м/с$$

Решите самостоятельно.

Задача 17. Камень брошен со скоростью 10 м/с под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту. Определите v_x и v_y в начальный момент; высоту наибольшего подъема; время полёта; дальность полёта (Рис.17). g = 10 м/с^2
Ответ: 8,7 м/с; 5 м/с; 1,2 м; 1 с; 8,7 м.

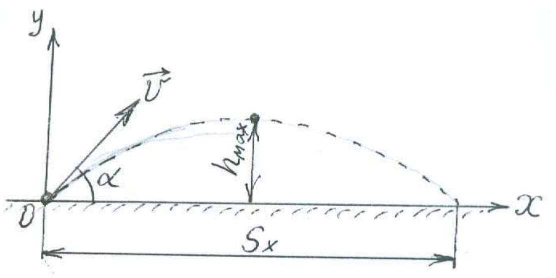


Рис 19

Для равномерного движения по окружности необходимо знать семь основных формул:

1. $v = \frac{N}{t}$ - частота оборотов v; N – число оборотов; t – время.
2. $v = \frac{l}{T}$ - взаимосвязь частоты оборотов v с периодом оборотов T.
3. ω = $\frac{\varphi}{t}$ - угловая скорость ω; φ - угол поворота тела; t – время.
4. ω = $\frac{2\pi}{T}$ - взаимосвязь угловой скорости с периодом T.
5. ω = $2\pi v$ - взаимосвязь угловой скорости ω с угловой частотой v.
6. $v = \omega R$ - взаимосвязь линейной скорости v с угловой ω; R – радиус.
7. $\alpha_n = \frac{v^2}{R}$ - нормальное ускорение α_n; v^2 - линейная скорость; R-радиус.

Задача 18. Минутная стрелка часов (l_1) в η_1 = 1,5 раза длиннее часовой (l_2). Во сколько раз линейная скорость конца минутной стрелки больше, чем линейная скорость конца часовой стрелки. (Рис.20)?

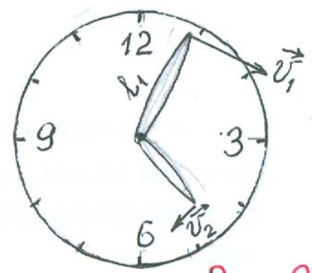


Рис.20

Решение задачи с объяснением

$\eta_1 = 1{,}5$

T_1 = 1 ч = 3600 с

T_2 = 12ч = 12·3600с

η_2 - ?

Перерисуем рисунок и запишем кратко условие задачи. Причем из анализа рисунка видим:

$$\eta_1 = \frac{l_1}{l_2} = \frac{R_1}{R_2}, \qquad (1)$$

где $R_1 = l_1$, и $R_2 = l_2$ есть радиусы вращения концов стрелок, у которых периоды вращения T_1 и T_2 всегда известны. Из анализа рисунка мы можем записать формулу для определения η_2 - во сколько раз линейная скорость v_1 конца минутной стрелки больше, чем линейная скорость v_2 конца часовой стрелки:

$$\eta_2 = \frac{v_1}{v_2} \qquad (2)$$

Для линейной и угловой скоростей вращения тела нам известны формулы:

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= \varpi_1 R_1 \\ v_2 &= \varpi_2 R_2 \\ \varpi_2 &= \frac{2\pi}{T_1} \\ \varpi_2 &= \frac{2\pi}{T_2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \begin{aligned} v_1 &= \frac{2\pi R_1}{T_1} \qquad (3) \\ v_2 &= \frac{2\pi R_2}{T_2} \qquad (4) \end{aligned}$$

Выполним алгебраические преобразования для полученной системы уравнений:

$$\eta_2 = \frac{R_1 T_2}{R_2 T_1} = \frac{\eta_1 T_2}{T_1} \qquad (5)$$

Из рабочей формулы (5) мы видим, что результат – безразмерное число, которое мы получим после подставки чисел

$$\eta_2 = \frac{1{,}5 \cdot 12 \cdot 3600}{3600} = 18$$

Попробуйте решить следующие задачи самостоятельно.

Задача 19. Колесо автомобиля вращается с угловой скоростью $\varpi = 6{,}28\, рад/с$. Найдите число оборотов, которое сделает колесо за t = 2 мин. Какой путь пройдёт точка А за данное время, если радиус колеса 25 см? (Рис.21).
Ответ: N = 120; S = 188,4 м .

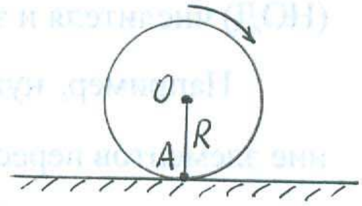


Рис.21

Задача 20. Угловая скорость колеса возросла в $\eta = 3$ раза ($\eta = \dfrac{\varpi_2}{\varpi_1}$), а нормальное ускорение увеличилось на $\Delta\alpha_n = 4 м/с$. Каким было центростремительное ускорение (α_{n1} - ?) при начальной угловой скорости? (Рис.22).
Ответ: 0,5 м/с^2.

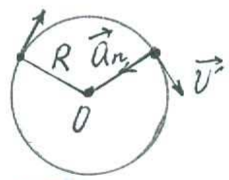


Рис.22

Задача 21. Найти радиус вращающегося Колеса (R - ?), если известно, что $\eta = 3$ ($\eta = \dfrac{v_1}{v_2}$). Расстояние между точками $\Delta R = 0{,}5 м.$ (Рис.23).
Ответ: 0,75 м.

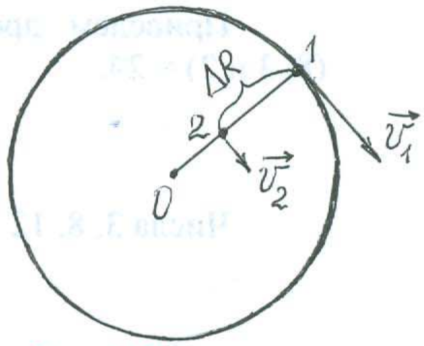


Рис.23

Задача 22. Во сколько раз нормальное ускорение точки на конце минутной стрелки часов больше, чем нормальное ускорение точки конца часовой стрелки ($\eta_1 = \dfrac{\alpha_{n1}}{\alpha_{n2}} - ?$).

Длина минутной стрелки (l_1) больше длины часовой стрелки (l_2) в $\eta = 1{,}5$. (Рис.24).
Ответ: 216.

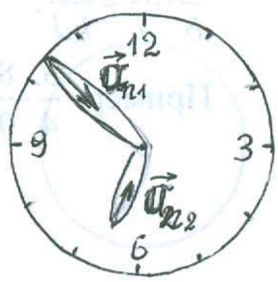


Рис. 24