

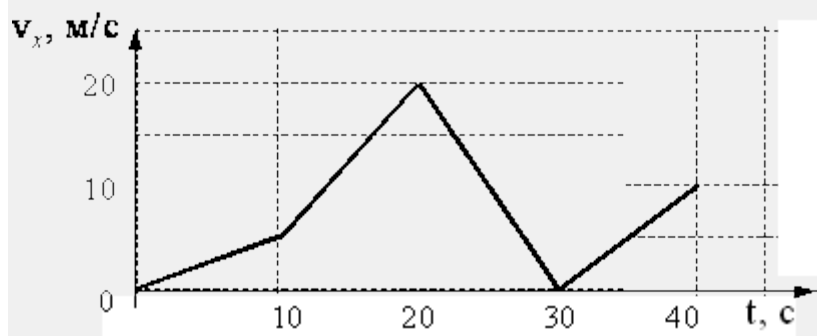
Тематика интегрированных занятий по предметам физика и математика по теме «Производная»

1. Кинематика прямолинейного движения.
2. Кинематика гармонических колебаний.

В рамках данных тем используется как геометрический, так и физический смысл производной.

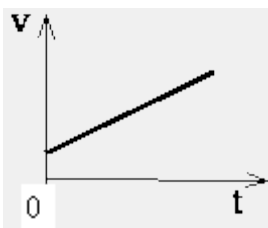
Так, при работе с графиками кинематических величин, часто приходится находить величину как тангенс угла наклона графика к оси времени. Ниже приведен пример задания, в котором требуется определить, на каком участке графика производная скорости (т.е. ускорение) максимальна.

Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения максимален на интервале времени



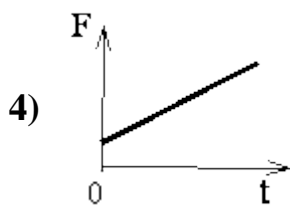
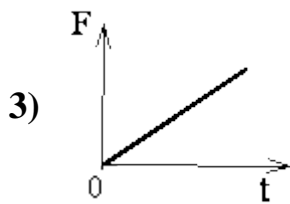
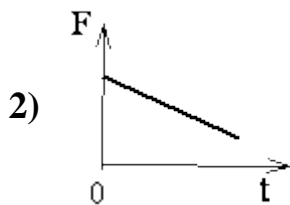
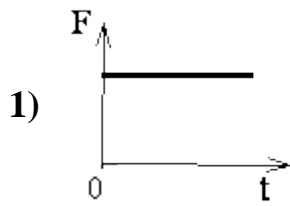
- 1) от 0 с до 10 с
- 2) от 10 с до 20 с
- 3) от 20 с до 30 с
- 4) от 30 с до 40 с

В следующем примере по графику линейной функции (графику скорости) предлагается построить график производной (т.е. ускорения). Так как ускорение прямо пропорционально силе, то их графики будут идентичны.



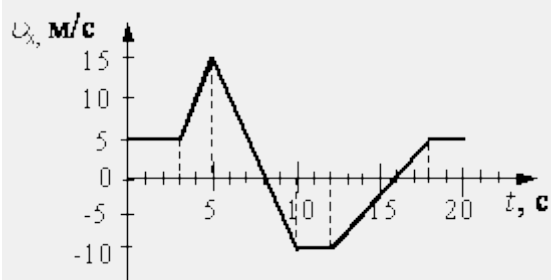
На рисунке справа приведен график зависимости скорости тела от времени при прямолинейном движении. Какой из графиков выражает зависимость

модуля равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени движения? Систему отсчета считать инерциальной.

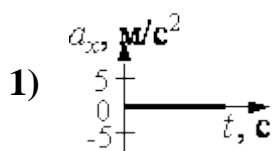


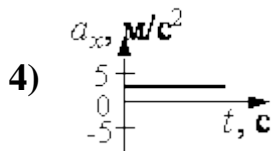
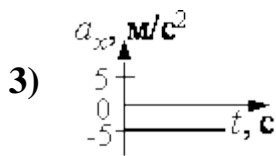
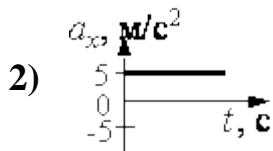
Аналогичное, более сложное задание:

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



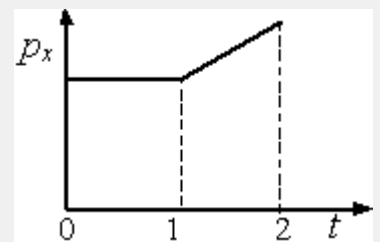
Проекция ускорения тела в интервале времени от 12 до 16 с представлена графиком





Ещё одно задание, предполагающее анализ характера движения тела по графику (в данном случае – импульса тела). Так как импульс тела прямо пропорционален его скорости, то график скорости будет точно таким же.

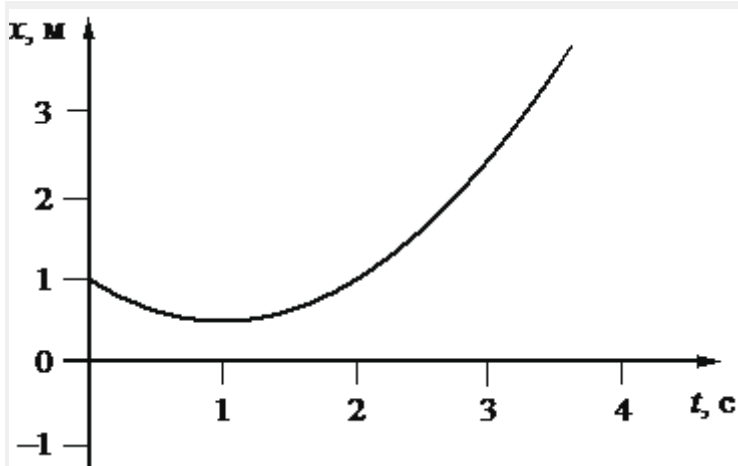
На рисунке приведён график зависимости проекции импульса на ось Ox тела, движущегося по прямой, от времени. Как двигалось тело в интервалах времени $0-1$ и $1-2$?



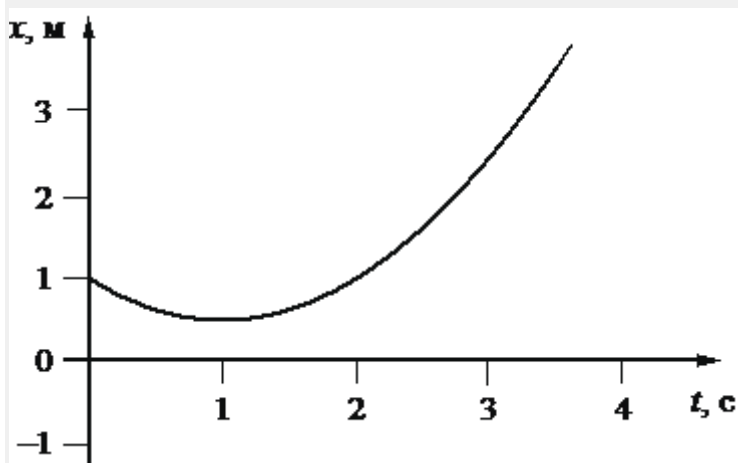
- 1) в интервале $0-1$ не двигалось, в интервале $1-2$ двигалось равномерно
- 2) в интервале $0-1$ двигалось равномерно, в интервале $1-2$ двигалось равноускоренно
- 3) в интервалах $0-1$ и $1-2$ двигалось равномерно
- 4) в интервалах $0-1$ и $1-2$ двигалось равноускоренно

Снова задание на анализ характера движения по графику зависимости координаты тела X от времени. В этом случае проекция скорости является первой производной, а проекция ускорения – второй производной.

Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением. График зависимости её координаты x от времени t изображён на рисунке.



Выберите верное утверждение о проекциях её скорости v_x и ускорения a_x в момент времени $t=2$ с.



- 1) $v_x > 0, a_x > 0$
- 2) $v_x > 0, a_x < 0$
- 3) $v_x < 0, a_x > 0$
- 4) $v_x < 0, a_x < 0$

Несколько иное задание. По заданной аналитической формуле координаты необходимо найти производную по времени (проекцию скорости).

Тело массой 400 г движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с формулой $x(t) = 5 - 3t + 2t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из

второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) проекция скорости тела $v_x(t)$

1) $-3t + 2t^2$

Б) перемещение тела $S(t)$

2) $-3 + 4t$

3) $5 - 3t$

4) $3 + 2t$

Аналогичное задание – по теме «Механические колебания»

Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) импульс тела $p_x(t)$

1) $-0,06\sin(10t)$

Б) потенциальная энергия тела $E_P(t)$

2) $0,09\cos(20t)$

3) $9 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(10t)$

4) $0,6\sin^2(10t)$

Необходимо отметить, что гармонические колебания (как механические, так и электромагнитные) невозможно изучать без понимания производной.

3. Электромагнитная индукция. Самоиндукция.

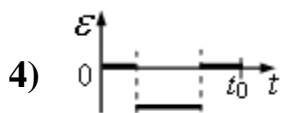
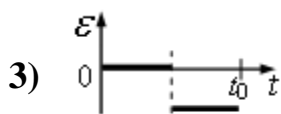
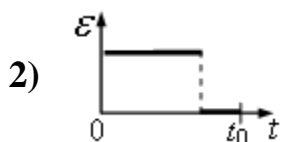
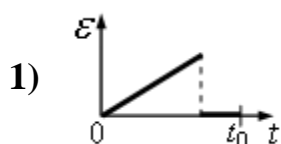
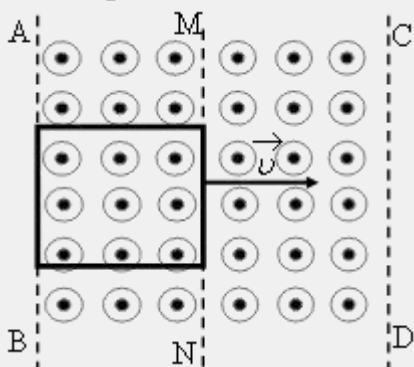
4. Свободные электромагнитные колебания.

5. Переменный ток.

Приведённый ниже пример предполагает понимание обучающимися того, что производная линейной функции является константой, а производная константы равна нулю. Кроме того, требуется также знание того, что в случае убывания функции её производная отрицательна.

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка

движется с постоянной скоростью $v \rightarrow$, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD?

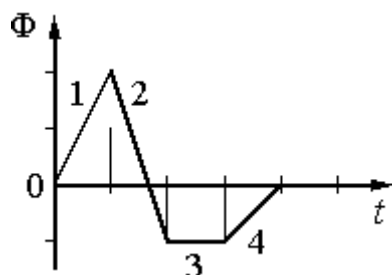


Также задание на нахождение ЭДС индукции через производную магнитной индукции B :

Замкнутый контур площадью S из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой $i_m = 35$ мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a \cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3}$ Тл, $b = 3500$ с $^{-1}$. Электрическое сопротивление контура $R = 1,2$ Ом. Чему равна площадь контура?

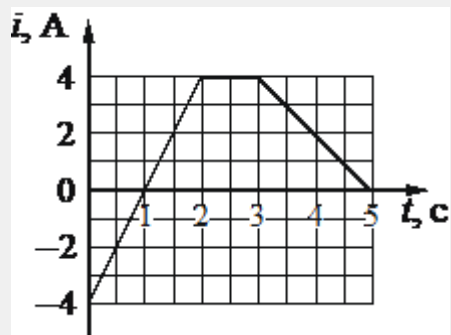
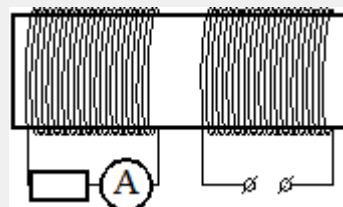
Аналогичное задание, в котором функция представлена графически. Тогда максимальное значение производной (ЭДС индукции) может быть определено по тангенсу угла наклона графика.

На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком участке графика модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре, принимает минимальное значение?



Вот ещё, достаточно трудное для обучающихся задание. В цепи первой катушки возникает ЭДС индукции только при изменении тока в цепи второй катушки. Причём, величина ЭДС индукции и индукционного тока в первой катушке связана с производной силы тока во второй катушке.

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.



- 1) В промежутках 0–1 и 1–2 с направления тока в правой катушке различны.
- 2) В промежутке времени 2–3 с сила тока в левой катушке отлична от

нуля.

- 3) Модуль силы тока в левой катушке в промежутке 1–2 с больше, чем в промежутке 3–5 с.
- 4) В промежутке 0–2 с модуль магнитной индукции в сердечнике минимален.
- 5) В промежутке 1–2 с сила тока в левой катушке равномерно увеличивается.

Завершаем серию примеров заданием на определение производной по заданной аналитической формуле. Сила тока является производной заряда по времени. Энергия же магнитного поля зависит от квадрата силы тока.

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 50 мкФ и катушки индуктивности. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой

$$q(t) = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sin(2000t) \text{ (все величины выражены в СИ).}$$

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А)** сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
- Б)** энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1)** $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(2000t)$
- 2)** $0,8 \cdot \cos(2000t - \pi/2)$
- 3)** $1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(2000t)$
- 4)** $0,8 \cdot \cos(2000t)$