Инструкция

Не округляйте значения в промежуточных вычислениях. Если возникает необходимость использовать ранее найденное значение для последующих расчётов, не округляйте его или сохраняйте в нём не менее четырёх значащих цифр.

Задание 1.



Гамамелис — листопадный кустарник или небольшое дерево, цветущее с ноября по март. Плоды гамамелиса (коробочки) после созревания раскрываются с громким щелчком и выбрасывают во все стороны блестящие семена. В самой простой модели коробочку с семенами можно рассматривать как небольшую катапульту. На выброс одного семени растение затрачивает 1 мДж энергии с учётом потерь на трение. Масса семени 0.04 г, длина участка разгона 3 мм. Можно считать, что все семена вылетают с одной и той же начальной скоростью $v_0 = 6$ м/с. Сопротивлением воздуха, влиянием ветра пренебрегите, ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с^2.

а) При вылете семени горизонтально из коробочки, расположенной на некоторой высоте над землёй, время полёта семени составило 0.6 с, а дальность — 3.6 м. На какой высоте расположена коробочка? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целых.

Ответ: _____

б) Семя вылетело из той же коробочки вверх под углом 35° к горизонту. Определите модуль скорости семени перед ударом о землю. Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

Ответ: _____

в) Определите КПД механизма выброса семени. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: _____

г) Семя вылетело из той же коробочки вверх под углом 35° к горизонту. На каком расстоянии по горизонтали от точки вылета семя достигнет верхней точки траектории? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целых.

Ответ: _____

д) Определите время полёта семени, вылетевшего из той же коробочки вверх под углом 35° к горизонту. Ответ выразите в секундах, округлите до сотых.

Ответ: _____

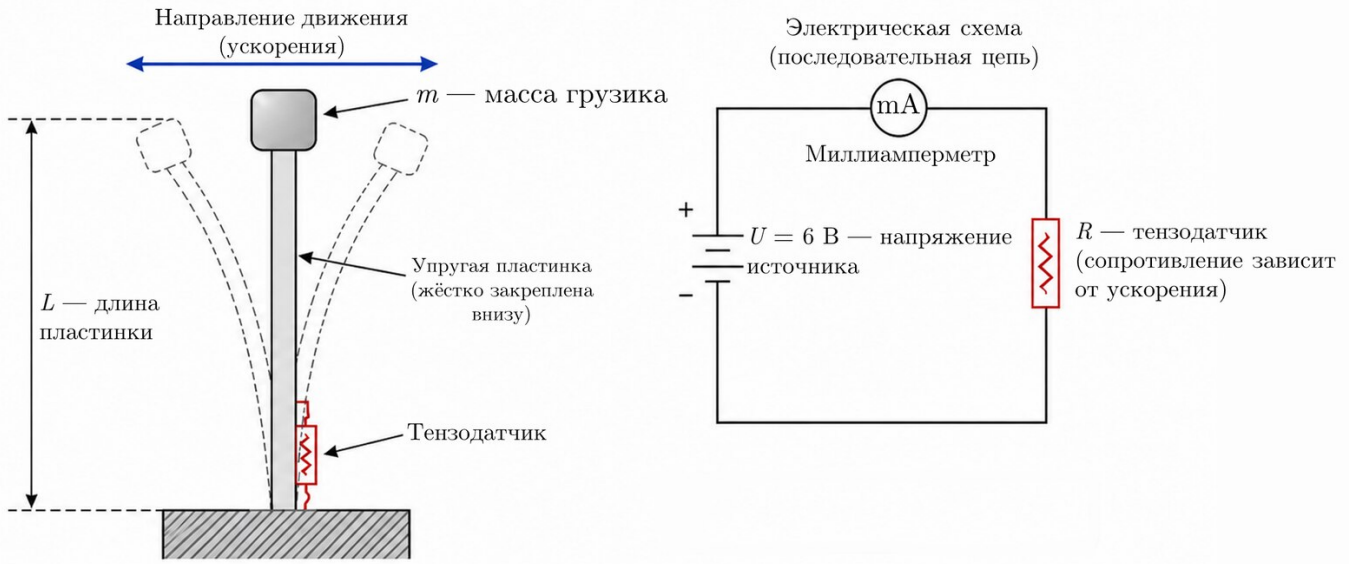
Задание 2.

Десятиклассник Тимур сконструировал простой акселерометр — прибор для измерения ускорения. Упругая пластинка жёстко закреплена вертикально в основании прибора, остальные параметры устройства указаны на схеме. В конструкции Тимур использовал тензодатчик — тонкую проволочку, сопротивление которой меняется при изгибе пластинки. В состоянии покоя пластинка вертикальна, сопротивление тензодатчика $R_0 = 150$ Ом.

Когда прибор движется с ускорением a, грузик по инерции отклоняется, пластинка изгибается, тензодатчик растягивается или сжимается. Принцип работы и зависимость сопротивления от ускорения показаны на схеме. При этом $s = 0.8$ Ом/(м/с^2).

Тензодатчик включён в цепь, как показано на рисунке. Ток, измеряемый миллиамперметром, пересчитывается, и на шкале отображается ускорение в м/с^2.

Тензометрический акселерометр



Общие уравнения для сопротивления тензодатчика

При отклонении грузика влево (тензодатчик растягивается): $R(a) = R_0 + s \cdot a$

При отклонении грузика вправо (тензодатчик сжимается): $R(a) = R_0 - s \cdot a$

где $R(a)$ — сопротивление тензодатчика при ускорении a (Ом),
R_0 — сопротивление в состоянии покоя (Ом),
s — коэффициент (Ом/(м/с^2)),
a — ускорение (м/с^2).

При $a = 0$ (состояние покоя): $R = R_0$

Внутренним сопротивлением источника и амперметра пренебрегите. Пластинка подчиняется закону Гука во всём рабочем диапазоне. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

а) Чему равна сила тока в цепи в состоянии покоя? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до десятых.

Ответ: _____

б) Прибор установлен в автомобиле. При разгоне автомобиля сила тока в цепи упала до 38 мА. Чему равен модуль ускорения автомобиля в этом случае? Ответ выразите в м/с^2, округлите до десятых.

Ответ: _____

в) Через амперметр проходит ток 41.5 мА. Как двигается автомобиль?

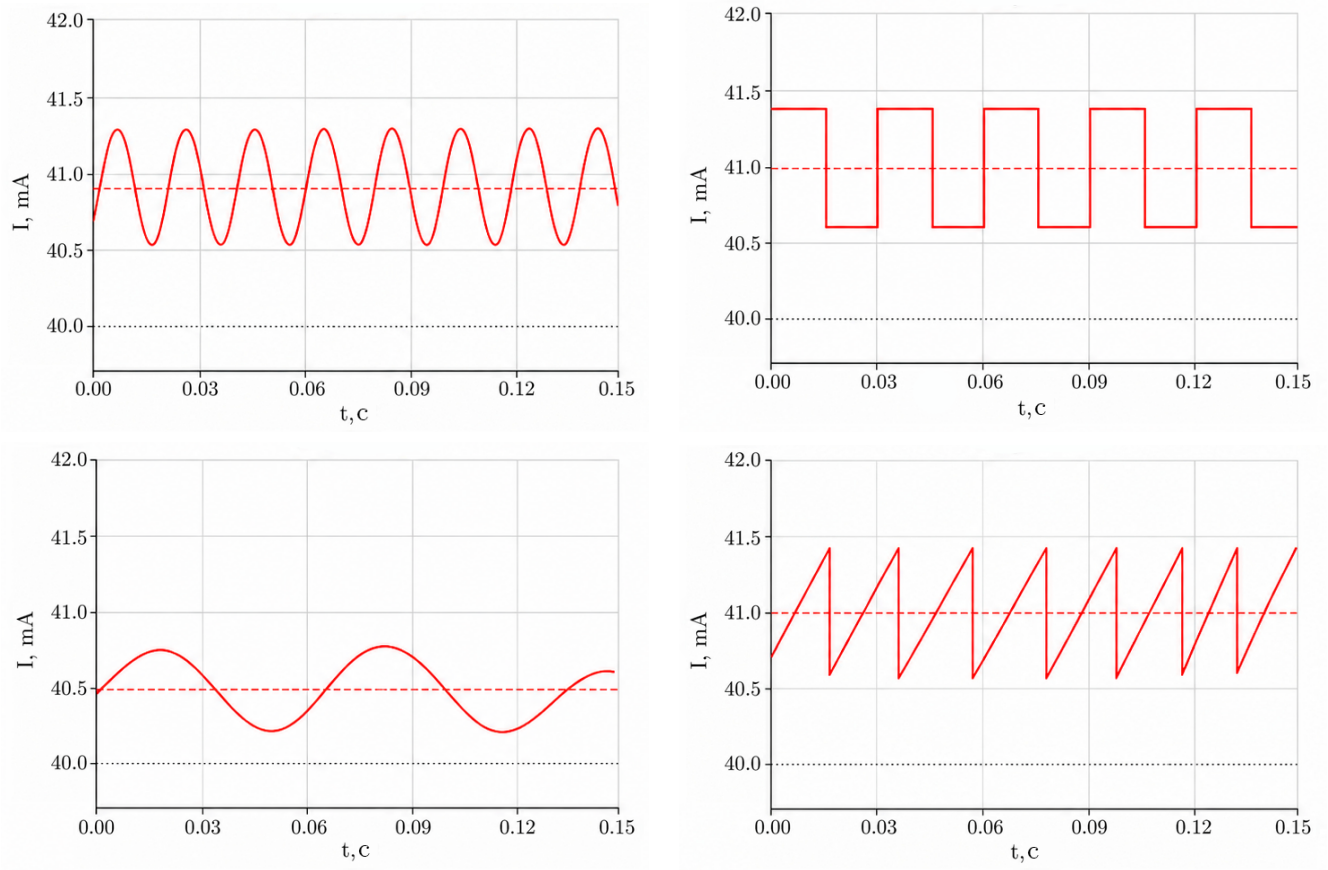
- Разгоняется вправо
- Разгоняется влево
- Тормозит, двигаясь вправо
- Тормозит, двигаясь влево
- Двигается равномерно вправо
- Двигается равномерно влево

г) Тимур построил калибровочный график зависимости силы тока от ускорения по двум точкам: по начальной точке $a = 0$ и по точке $a = 4$ м/с^2(ускорение направлено влево), считая эту зависимость линейной. Какой ток Тимур ожидает при ускорении $a = 8$ м/с^2, направленном влево? Ответ выразите в миллиамперах, округлите до десятых.

Ответ: _____

д) Тимур обнаружил, что при резком разгоне автомобиля с ускорением 4 м/с^2 акселерометр регистрирует не только горизонтальное ускорение, но и вибрацию двигателя с частотой около 50 Гц. Амплитуда вибрационного ускорения составляет примерно 2 м/с^2.

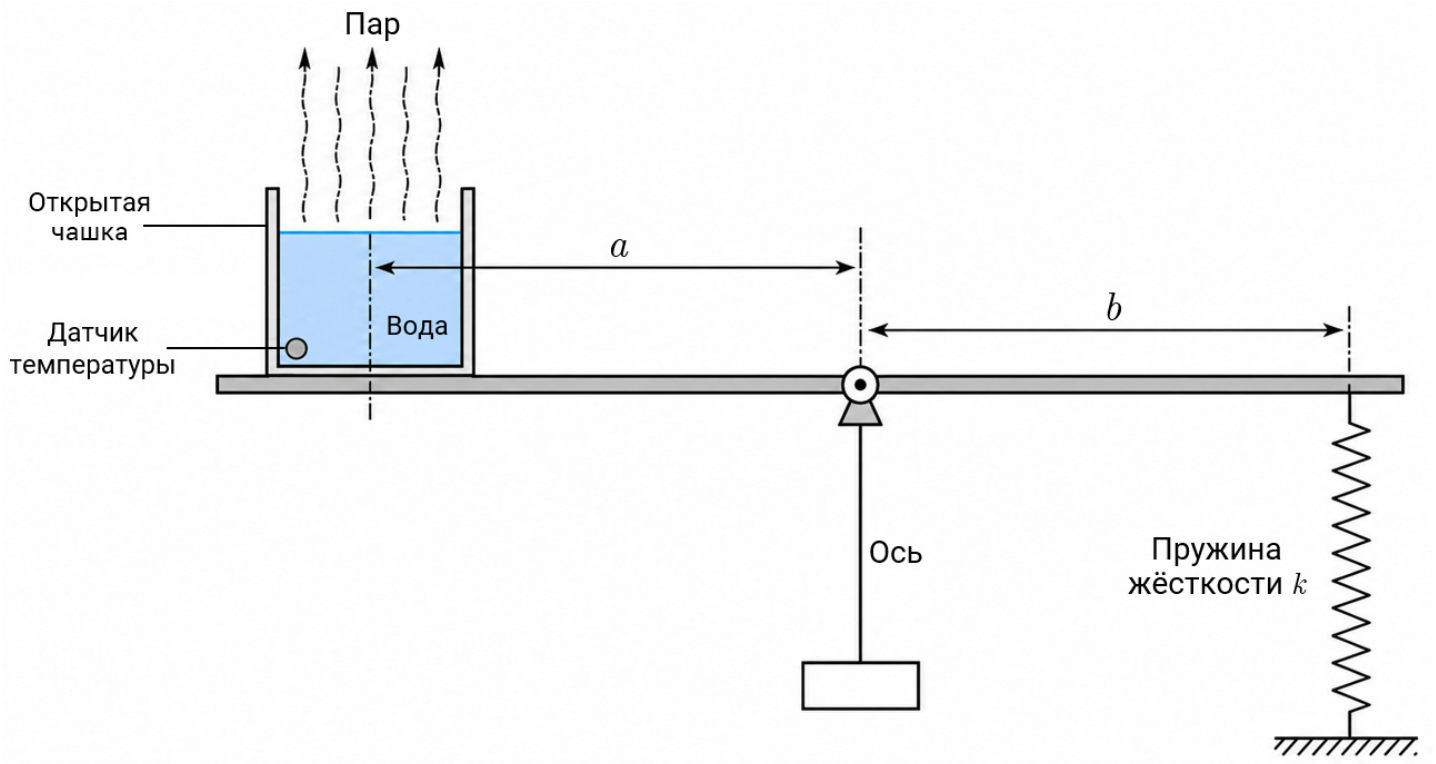
Какой из графиков может описывать зависимость тока от времени при разгоне с вибрацией?



Задание 3.

Внутри теплоизолированной камеры находится лёгкий горизонтальный рычаг. На левом плече рычага закреплена открытая чашка с водой, на правом плече — верхний конец вертикальной пружины. Нижний конец пружины неподвижен. Пустая чашка предварительно уравновешена, поэтому после полного испарения воды пружина оказывается недеформированной.

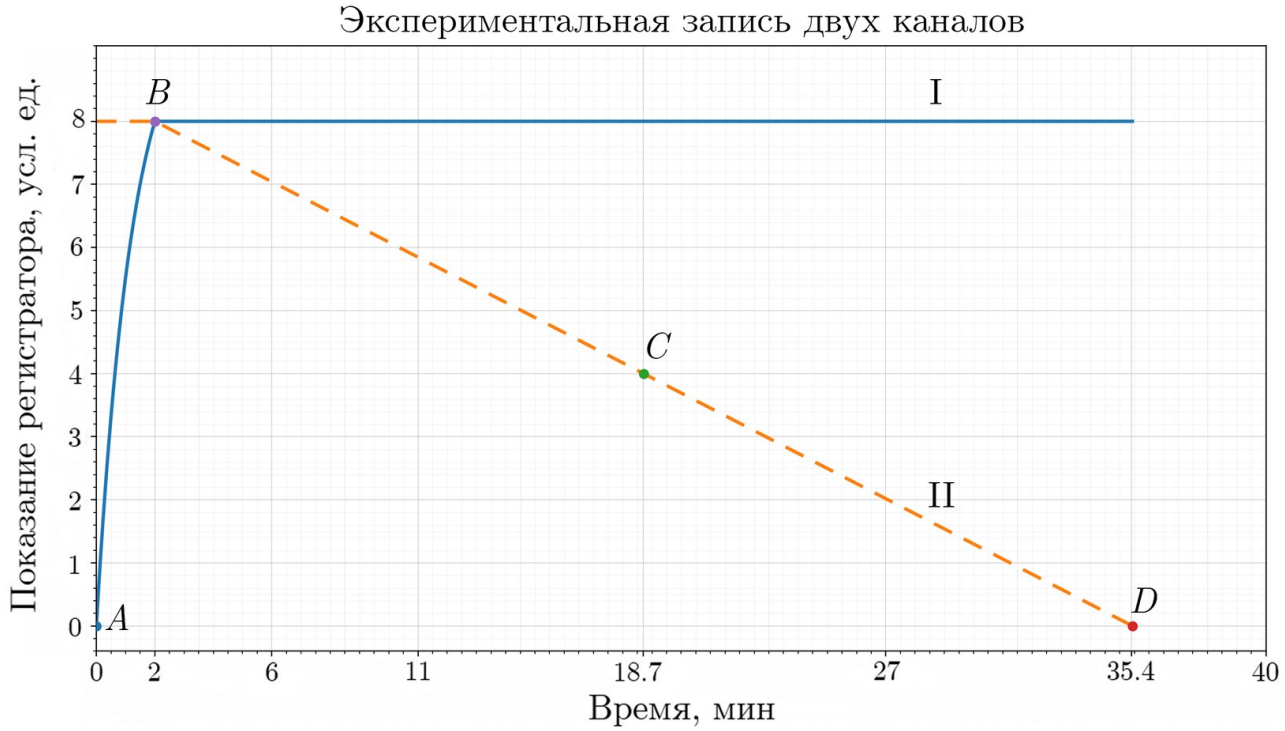
Рисунок схематичный, масштаб может быть не соблюдён.



Камеру заполняют горячим воздухом постоянной температуры. Вода нагревается, затем кипит и постепенно испаряется. Считайте, что давление в камере нормальное атмосферное. Температура и давление воздуха поддерживаются постоянными, а образующийся пар удаляется из камеры. Рычаг всё время остаётся в равновесии. Пружина сохраняет вертикальное направление при небольших поворотах рычага. При его наклоне вода из чашки не выливается. Теплоёмкостью чашки, рычага и датчиков, потерями теплоты через стенки и охлаждением паром пренебрегите.
Мощность теплопередачи от воздуха к воде подчиняется закону Ньютона-Рихмана:

$$P = \beta \cdot (T_{\text{возд}} - T),$$

где β — постоянный коэффициент теплопередачи. Двухканальный регистратор одновременно записывал значение температуры воды и деформации пружины. После завершения опыта подписи каналов оказались утрачены: на графике остались только «кривая I» и «кривая II». Обе кривые построены в условных единицах q. Для одного канала показание q связано с температурой формулой $T = 20 + 10q$ (°C), а для другого — с деформацией пружины формулой $x = q \cdot s_x$ (см), где $s_x = 1$ см/ед.



Известны следующие величины:

- температура горячего воздуха $T_{\text{возд}} = 120$ °C,
- удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг· °C),
- удельная теплота парообразования воды $L = 2.26$ МДж/кг,
- жёсткость пружины $k = 30$ Н/м,
- параметры на схеме $a = 20$ см, $b = 10$ см,
- ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

а) Через сколько минут после начала опыта вода закипела? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____

б) Определите первоначальную массу воды. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: _____

в) Определите мощность, расходуемую на парообразование на участке BD. Ответ выразите в ваттах, округлите до целых.

Ответ: _____

г) Определите коэффициент теплопередачи β. Ответ выразите в Вт/°C, округлите до десятых.

Ответ: _____

д) В некоторый момент на участке AB мгновенная мощность теплопередачи становится равной средней мощности за весь участок AB. Чему равна температура воды в этот момент? Ответ выразите в градусах Цельсия, округлите до десятых.

Ответ: _____

е) Какая часть воды испарится к тому моменту, когда потенциальная энергия пружины станет в 9 раз меньше первоначальной? Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: _____