

Задача.

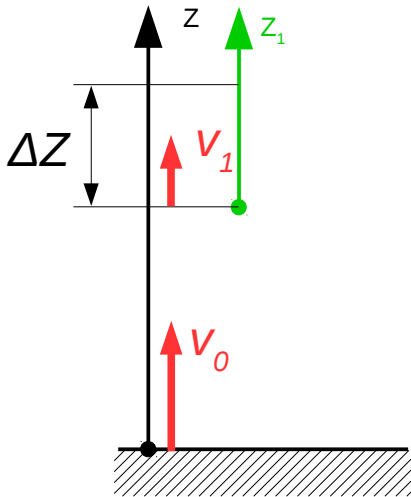
Тело бросают вверх с поверхности земли, сообщая ему скорость $v_0=60$ м/с. На каком расстоянии от уровня Земли находится нижний край отрезка пути длиной

$h=40$ м, на котором средняя скорость движения тела направлена вверх и составляет $V_c=20$ м/с. Сопротивление воздуха не учитывайте.

РЕШЕНИЕ.

Ладно расскажу как я решал с помощью только «школьных» формул. Изменим традиции и будем сразу вычислять промежуточные величины, не выстраивая окончательной формулы.

Вводим систему координат (даже 2, о 2й позже), ось z направляем вверх, начало отсчета располагаем на уровне земли.



Вначале вспоминаем определение средней скорости на участке пути Δz .

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (1)$$

Т.е. длина всего участка деленная на промежуток времени, за который он пройден.

Тогда из формулы (1) мы можем найти интервал Δt :

$$\Delta t = \frac{\Delta z}{\langle v \rangle} \quad (2)$$

Подставляем числа

$$\Delta t = \frac{\Delta z}{\langle v \rangle} = \frac{40}{20} = 2 \text{ с} \quad (2a)$$

Т.е. нам нужно найти такой участок, который будет пройден за 2с. При этом если вести отсчет времени t_1 с момента начала прохождения данного участка координата z_1 будет изменяться по закону.

$$z_1 = v_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad (3)$$

Где координата z_1 отсчитывается от начала участка. А v_1 — скорость в начале участка.

Теперь если в (3) вместо z_1 подставить 40 м, а вместо t_1 — 2с (наше Δt), то можно найти скорость в начале участка.

$$40 = v_1 \cdot 2 - \frac{g \cdot 2^2}{2} = v_1 \cdot 2 - \frac{g \cdot 4}{2} = 2v_1 - 2g$$

$$v_1 - g = 20$$

$$v_1 = 20 + g \approx 29,8 \text{ м/с} \quad (4)$$

Точка в которой скорость тела становится равной v_1 и есть нижняя граница искомого участка

Далее возвращаемся к исходным координатам z , t ($z(t=0)=z_0=0$ в момент начала движения). Т.е z отсчитывается от уровня земли, и время отсчитывается с момента начала движения.

Движение тела в этой системе координат описывается формулами:

$$v = v_0 - g t \quad (5) \text{ Скорость.}$$

$$z = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad (6) \text{ Координата.}$$

Подставляем в (5) $v=v_1$, $v_0=60$ находим t .

$$29,8 = 60 - g t$$

$$t = (60 - 29,8) / g \approx 30,2 / 9,8 \approx 3,082 \text{ с}$$

Теперь найденное время подставляем в (6):

$$z = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \approx 60 * 3,082 - \frac{9,8 \cdot (3,082)^2}{2} \approx 138,4 \text{ м}$$

ОТВЕТ: $z \approx 138,4 \text{ м}$.