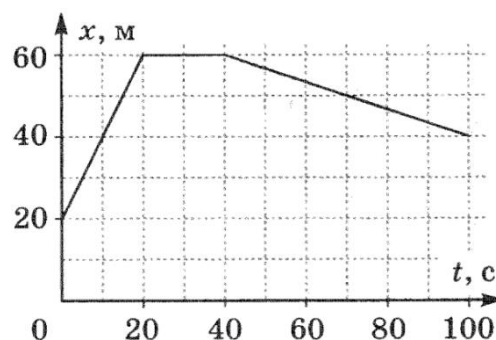


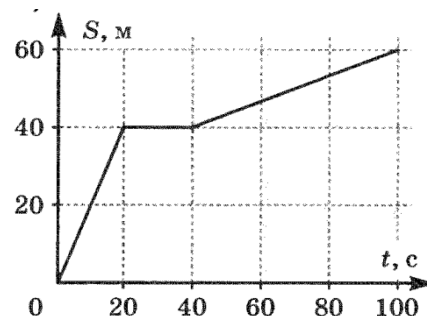
8.1. Все скорости

По приведенному графику зависимости координаты движущегося тела от времени $x(t)$ постройте график зависимости пройденного телом пути от времени $S(t)$. С какими скоростями двигалось тело в разные моменты времени? Чему равнялась средняя путевая скорость тела за первые 40 секунд, 70 секунд, 100 секунд? Движение тела происходит вдоль оси Ox .



Решение (фольклор).

Построим график пути от времени. Первые 40 м тело прошло за 20 с, то есть движение происходило со скоростью 2 м/с. Следующие 20 с тело не двигалось, следовательно скорость нулевая. Последние 20 м были преодолены телом за 60 с, то есть со скоростью $\frac{1}{3}$ м/с. Приведем для



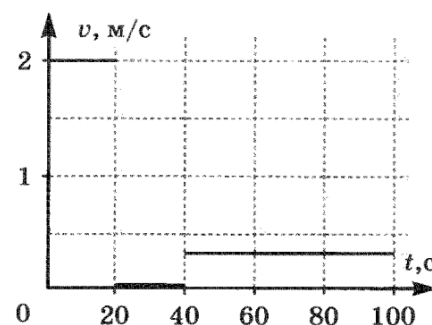
наглядности график скорости от времени (не оценивается).

Средняя путевая скорость тела – это отношение пройденного пути к затраченному времени. По графику пути от времени среднюю путевую скорость определить легко:

$$v_{\text{cp}}(40 \text{ с}) = \frac{40 \text{ м}}{40 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{cp}}(70 \text{ с}) = \frac{50 \text{ м}}{70 \text{ с}} \approx 0,7 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{cp}}(100 \text{ с}) = \frac{60 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 0,6 \text{ м/с}$$



Критерии оценивания (10 баллов)

1	Формула скорости (в любом виде)	1 балл
2	Построен график пути от времени	3 балла: ✓ 0,5 балла – подпись осей графика ✓ 0,5 балла – равномерная оцифровка осей или отмечены значения точек излома ✓ 0,5 балла – график начинается из нуля ✓ 0,5 балла – график монотонно возрастает ✓ 0,5 балла – первые два участка верные ✓ 0,5 балла – третий участок верный
3	Правильно найдены скорости на 3 участках (2 м/с, 0 м/с, 0,33 м/с)	3 балла
4	Правильно найдены средние скорости в три момента времени (1 м/с, 0,7 м/с, 0,6 м/с)	3 балла

8.2. Двое. Два тела (одно массой $m_1 = 0,5$ кг и объемом $V_1 = 1$ л, а другое массой $m_2 = 1$ кг и объемом $V_2 = 0,5$ л) опустили в одно из озер Республики Коми. Во сколько раз отличаются силы Архимеда, действующие на первое и второе тело в состоянии равновесия? Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³.

Решение (фольклор)

Если средняя плотность тела больше плотности воды, тело утонет в озере. При этом сила Архимеда будет равна $F_A = \rho_v g V$. Иначе – будет плавать, частично погрузившись в озеро. При этом сила Архимеда будет компенсировать силу тяжести $F_A = mg = \rho g V$.

Плотность первого тела $\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = 0,5 \frac{\text{кг}}{\text{л}} < 1 \frac{\text{кг}}{\text{л}} = \rho_v$, Следовательно, $F_{A1} = \rho_1 g V_1 = 5$ Н.

Плотность второго тела $\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = 2 \frac{\text{кг}}{\text{л}} > 1 \frac{\text{кг}}{\text{л}} = \rho_v$. Следовательно, $F_{A2} = \rho_v g V_2 = 5$ Н.

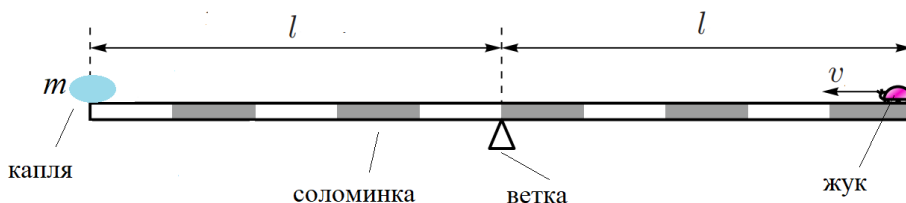
Силы Архимеда в двух случаях равны!

Критерии оценивания (10 баллов)

1	Указаны два возможных сценария – тело тонет и тело плавает	2 балла
2	Указано, что первое тело будет плавать	1 балл
3	Найдена сила Архимеда $F_{A1} = \rho_1 g V_1 = 5$ Н	2 балла
4	Указано, что второе тело утонет	2 балла
5	Найдена сила Архимеда $F_{A2} = \rho_v g V_2 = 5$ Н	2 балла
6	Сделан вывод о равенстве сил Архимеда	1 балл

8.3. Жук на соломинке. Однородная соломинка лежит горизонтально на ветке, делящей ее на две равны части длиной l . На одном конце соломинки – капля росы массой m , а на другом – жук. Чему равна масса жука?

Начало светить солнце, и капля стала испаряться с массовым расходом μ . С какой скоростью v жуку необходимо ползти к ветке, чтобы равновесие соломинки не нарушалось?



Решение (фольклор)

Т.к. (рычаг равноплечий / из симметрии / из правило моментов) масса жука также равна m . Ответ не зависит от массы соломинки.

Запишем правило моментов через время τ после начала испарения капли относительно оси ветки:

$$(m - \mu\tau)gl = mg(l - v\tau)$$

Откуда следует ответ $v = \frac{\mu l}{m}$

Критерии оценивания (10 баллов)

1	Обосновано, что масса жука также равна m	2 балла
2	Сделан грамотный рисунок с указанием сил	2 балла
3	Выражена масса капли в произвольный момент времени $m - \mu\tau$	1 балл
4	Выражено плечо силы тяжести жука в произвольный момент времени $l - v\tau$	1 балл
5	Записано правило моментов	2 балла
6	ответ $v = \frac{\mu l}{m}$	2 балла

8.4. Лунка. Стакан с теплым чаем ($t = 36^\circ\text{C}$) поставили на плотный снег, имеющий температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда стакан с чаем остыл до t_0 , он растопил лунку снега размером со стакан. Чему равна пористость снега ε , т.е. отношение объема, занятого воздухом, к общему объему снежного пласта? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, плотность воды $\rho_v = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность льда $\rho_l = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Теплоемкостью и объемом стакана, а также тепловыми потерями пренебречь.

Решение (Рубцов Д.)

Пусть объем стакана V , а объем растаявшего льда V_l .

Масса воды в стакане $m = \rho_v V$, масса растаявшего льда $m_l = \rho_l V_l$.

Уравнение теплового баланса $cm(t - t_0) = m_l \lambda$.

Пористость $\varepsilon = \frac{V - V_l}{V} = 1 - \frac{\rho_v m_l}{\rho_l m} = 1 - \frac{\rho_v c(t - t_0)}{\rho_l \lambda} = 0,5$

Критерии оценивания (10 баллов)

1	Уравнение теплового баланса $cm(t - t_0) = m_l \lambda$	3 балла
2	Соотношения между массами и объемами $m = \rho_v V$, $m_l = \rho_l V_l$.	2 балла
3	Пористость $\varepsilon = \frac{V - V_l}{V}$	2 балла
4	$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_v c(t - t_0)}{\rho_l \lambda} = 0,5$	3 балла (2 балла – формула, 1 балл - число)