

Инженерная олимпиада

9 класс, 2025/26 год, отборочный этап

1. Узлом в мореплавании называется скорость, равная 1 морской миле (1852 м) в час. Название этой единицы скорости — узел — связано со способом измерения скорости кораблей. С борта корабля в воду сбрасывалась дощечка, привязанная к длинной верёвке (лаглиню), намотанной на катушку (вьюшку). Дощечка привязана к верёвке так, что в воде она располагалась перпендикулярно ходу судна и практически сразу останавливалась относительно воды. Корабль уходил вперёд, а катушка разматывалась, стравливая верёвку. На верёвке на равных расстояниях друг от друга завязывались узлы. Матрос, проводящий измерение скорости корабля, пропускал стравливаемую верёвку через руку и считал узлы, прошедшие через руку за 1 минуту. Расстояние между узлами подбиралось так, чтобы один прошедший через руку за 1 минуту узел соответствовал скорости корабля 1 морская миля в час. Каким должно быть расстояние между узлами? Какой будет скорость 12 узлов в километрах в час? А какой будет скорость 40 км/час в узлах?

$$v = 1 \text{ узел} = 1 \text{ морская миля в час} = 1852 \text{ м} / 3600 \text{ с} \approx 0,5144 \text{ м/с}$$

2. Котёл парового двигателя вмещает массу воды $M = 10$ кг. В котле при атмосферном давлении кипит вода, для чего к котлу от нагревателя подводят мощность $P = 10$ кВт. Образовавшийся пар совершает работу, часть его теряется в атмосфере, но $\eta = 0,95$ -ая часть его массы возвращается обратно в котёл в виде воды с температурой $t = 20^\circ\text{C}$. Через какое время в котле останется половина первоначального количества воды? Вначале котёл полностью заполнен водой. Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплота парообразования воды $L = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

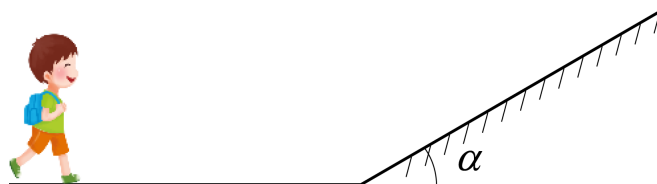
$$t = \frac{M \cdot c \cdot (t_0 - t)}{P \cdot \eta} = \frac{10 \cdot 4200 \cdot (100 - 20)}{10000 \cdot 0,95} \approx 368,4 \text{ с}$$

3. Все мы измеряли температуру своего тела. . . И все мы знаем, что при охлаждении медицинского термометра ртуть не возвращается сама в колбу термометра, и поэтому перед использованием его нужно «встряхивать». А вот термометры, которые измеряют температуру на улице, — нет.

- 1) Почему? Какой элемент конструкции медицинского термометра ответственен за такое его поведение?
- 2) Зачем это сделано в медицинском термометре?
- 3) Что происходит при встряхивании термометра?

4. Длинное наклонное зеркало соприкасается с горизонтальным полом и наклонено под углом α к вертикали (см. рисунок). К зеркалу приближается мальчик, идущий по горизонтальной поверхности со скоростью v . Глаза мальчика расположены на высоте h от горизонтальной поверхности. На каком максимальном расстоянии от нижнего края зеркала мальчик увидит

- 1) изображение своих глаз;
- 2) своё изображение во весь рост?

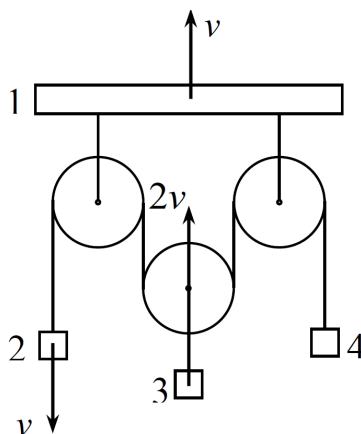


$$p = h \tan \alpha \quad \text{или} \quad s = h \tan 2\alpha \quad \text{при} \quad \alpha < 45^\circ$$

5. Ток в канале молнии течёт со средней силой $I = 5 \cdot 10^4$ А под напряжением $U = 2 \cdot 10^8$ В. Продолжительность разряда молнии составляет $\tau = 2 \cdot 10^{-3}$ с. На какое время хватило бы энергии такой молнии для электроснабжения дома при средней мощности энергопотребления $P = 2$ кВт? Какова «цена» энергии молнии при тарифе на электроэнергию $q = 5$ руб/(кВт·ч)?

$$t = \frac{U I \tau}{P} = \frac{2 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^3} = 10^6 \text{ с} = 277 \text{ ч} \quad q = 5 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}$$

6. В системе, изображённой на рисунке, тела 1, 2, и 3 имеют скорости, показанные на рисунке. Найти величину и направление скорости тела 4.



$$v_4 = v \text{ вертикально вверх}$$