

## Олимпиада им. Дж. К. Максвелла

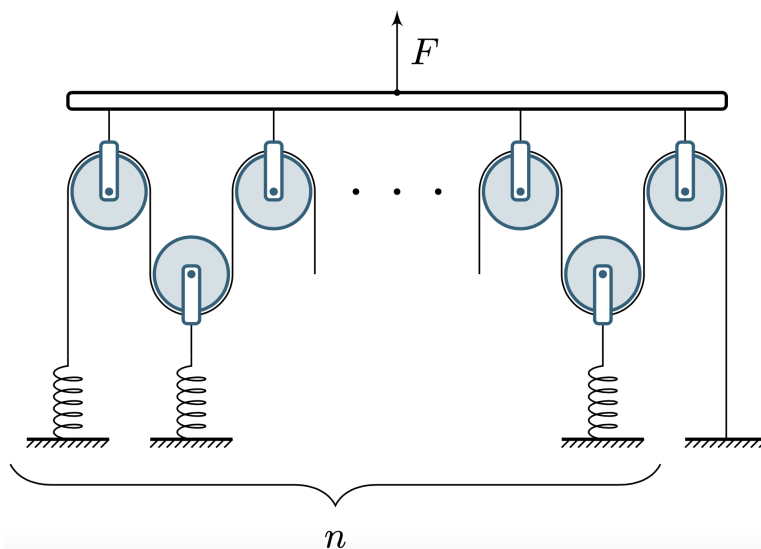
8 класс, заключительный этап, 2021/22 год

**Задача 1. От частного к среднему.** Дорога из пункта  $A$  в пункт  $B$  состоит из двух участков с разным качеством покрытия. Поэтому автомобиль, выехавший из  $A$  в  $B$ , на первом участке поддерживал одну постоянную скорость, а на втором — другую. Известно, что на первом участке автомобиль находился не менее  $1/8$  всего проведённого в пути времени, а по второму проехал не менее  $1/8$  всего пути. При этом средняя скорость автомобиля на первой половине всего пути составила  $2v$ , а средняя скорость за вторую половину всего времени —  $v$ .

1. Какую **максимально** возможную скорость мог иметь автомобиль во время движения?
2. Какую **минимально** возможную скорость мог иметь автомобиль во время движения?
3. Какой могла быть средняя скорость автомобиля на всём пути от  $A$  до  $B$ ?

$$\frac{v}{2v} \geq \frac{t_1}{t_2} \geq \frac{v}{2v} \quad (\text{где } t_1/a_1 = \text{время}, \text{ } t_2/a_2 = \text{время})$$

**Задача 2. Неодинаковые пружины.** Длинную лёгкую пружину жёсткостью  $k$  разрезали на  $n$  частей (не обязательно одинаковых). Из получившихся пружин, лёгких нерастяжимых нитей, лёгких гладких блоков и лёгкой планки собрали конструкцию, изображённую на рисунке.



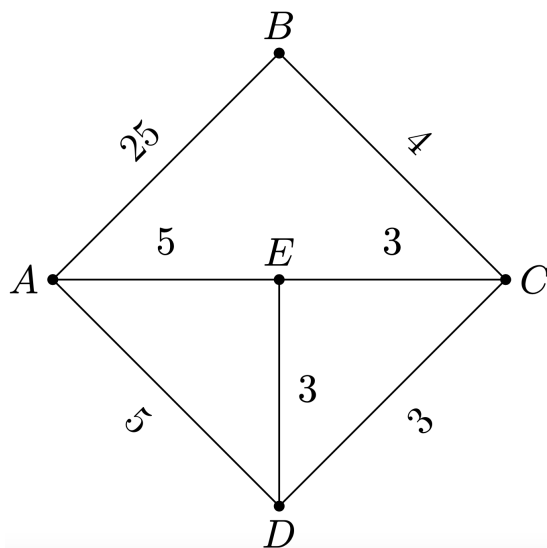
1. Найдите силу натяжения нити  $T$ , перекинутой через блоки, если к планке приложена сила  $F$ .
2. Определите, в каком диапазоне может меняться значение эффективной жёсткости  $k_{\text{эв}}$  полученной конструкции на растяжение при заданном  $n$ .

При движении планка не вращается.

**Примечание:** эффективной жёсткостью называется величина  $k_{\text{эв}} = \frac{F}{\Delta x}$ , где  $F$  — сила, приложенная к планке,  $\Delta x$  — смещение планки относительно начального положения.

$$k_{\text{эв}} \geq k_1 \geq k_2 \geq \dots \geq k_n \quad (\text{где } \frac{1}{k_{\text{эв}}} = \sum \frac{1}{k_i})$$

ЗАДАЧА 3. **Симметрия есть или нет?** Определите эквивалентное сопротивление  $R_{ED}$  между узлами  $E$  и  $D$  и сопротивление  $R_{BD}$  между узлами  $B$  и  $D$  электрической цепи, сопротивления отдельных ветвей которой, выраженные в омах, указаны на рисунке.

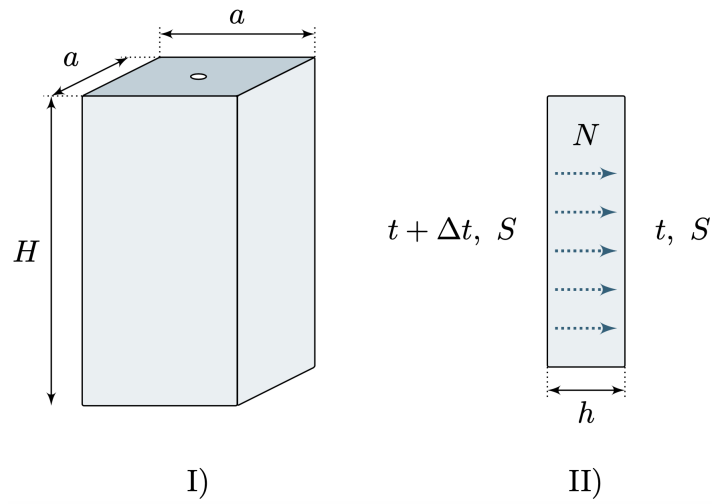


□

ЗАДАЧА 4. **Сублимация.** При определённых условиях может наблюдаться интересное явление: твёрдое вещество, минуя фазу плавления, испаряется. Данный процесс называется *сублимацией*.

Диоксид углерода или «сухой лёд» — вещество, сублимация которого при атмосферном давлении происходит при температуре  $t_c = -78^\circ\text{C}$ . В лаборатории на весах стоит стакан, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда (см. рис. 1) с длиной ребра  $a = 6$  см, толщиной стенок и дна  $h = 1$  мм и высотой  $H = 10$  см, заполненный сухим льдом. Стакан закрыт не проводящей тепло крышкой (на рис. 1 закрашена темнее) с небольшим отверстием, через которое вытекает весь испарившийся диоксид. В установившемся режиме показания весов падают на  $0,1$  г в секунду, а температура внешней поверхности сосуда  $t_{\text{внеш}} = 22^\circ\text{C}$ .

1. Определите удельную теплоту  $L_c$  сублимации «сухого льда», если коэффициент теплопроводности стенок сосуда равен  $\kappa = 2,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$ .
2. В некоторый момент времени отверстие в крышке стакана закрывают и обматывают стакан со всех сторон теплоизолирующим материалом, теплоёмкостью которой можно пренебречь. Какова масса  $\Delta m$  испарившегося «сухого льда» после теплоизоляции стакана? Удельная теплоёмкость материала стенок равна  $c = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , а плотность  $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Теплоёмкостью крышки тоже можно пренебречь.



**Примечание.** Тепловая мощность, передаваемая через плоскую пластину площадью  $S$  и толщиной  $h$  при разности температур  $\Delta t$  между её сторонами (см. рис. II), равна

$$N = \kappa \frac{S \Delta t}{h}.$$

$$I \text{ } \mathcal{G} = \frac{\kappa S \Delta t}{h} = \kappa \Delta t \left( \frac{S}{h} \right) \approx 580 \text{ кДж/Кл} \cdot \frac{1 \text{ м}^2}{0,01 \text{ м}} \cdot 2 \text{ К} = 23200 \text{ Дж/с} = 23,2 \text{ кВт} \quad (1)$$