

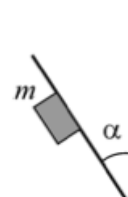
Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, первый тур, 2014 год

ЗАДАЧА 1. По горизонтальной плоскости скользит квадратная пластинка $ABCD$. В некоторый момент времени вершина A пластинки движется со скоростью \vec{v}_A , равной по модулю 5 м/с, а соседняя вершина B — со скоростью \vec{v}_B , равной по модулю 1 м/с. При этом скорость \vec{v}_O точки O — центра пластинки — направлена перпендикулярно прямой BD , являющейся диагональю квадрата. Найдите проекцию скорости \vec{v}_O на направление AC в данный момент времени.

± 4 м/с или ± 8 м/с

ЗАДАЧА 2. Магнит массой m притягивается снизу к плоской металлической плите, образующей угол α с вертикалью, с постоянной силой $F = kmg$, где k — известный коэффициент ($k > 1$). Коэффициент трения между магнитом и плитой равен μ . Найдите модуль ускорения магнита.



$$0 = v \text{ ол. } \frac{v \sin \alpha}{\cos \alpha} \leq \mu \text{ ил. } (mg - v \sin \alpha + v \cos \alpha) \mu = v \text{ ол. } \frac{v \sin \alpha}{\cos \alpha} > \mu \text{ ил. } \mu$$

ЗАДАЧА 3. Есть гипотеза, согласно которой размеры насекомых ограничены тем, что они потребляют **воздух** трахеальными трубками, выходящими на поверхность тела (то есть их **воздухозабор** пропорционален площади поверхности тела). Расход же кислорода, в свою очередь, пропорционален массе тела. Таким образом, можно прийти к выводу, что при увеличении насекомого в длину, высоту и ширину в одинаковое число раз можно добиться того, что оно начнет «задохнуться» от недостатка кислорода.

Известно, что в карбоновом (каменноугольном) геологическом периоде размах крыльев стрекозы меганевры достигал 65 см. По предположениям учёных, это было возможно потому, что концентрация кислорода в атмосфере тогда составляла 35%, а не 21%, как сейчас (при той же плотности воздуха). Считая, что для времён карбона это был максимально возможный размер, оцените максимально возможный размах крыльев современной стрекозы. Сейчас стрекозы имеют примерно ту же плотность и пропорции тела, что и стрекоза периода карбона, и требуют на единицу массы не меньшее количество кислорода.

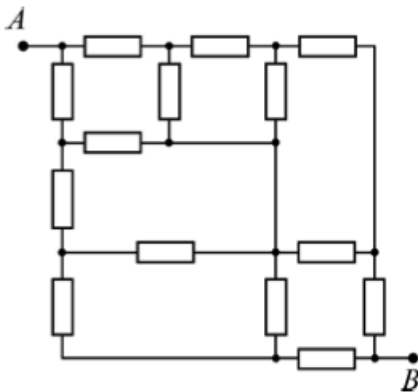
Примечание: ответ будет несколько превышать реальные размеры современных стрекоз из-за наличия других факторов, ограничивающих размер стрекозы (например, конкуренция с птицами).

39 см

ЗАДАЧА 4. В сосуде с не проводящими теплоту стенками под лёгким поршнем при атмосферном давлении $p = 10^5$ Па находится $m = 1,1$ г жидкой сверхтяжёлой воды T_2O (молярная масса $\mu = 22$ г/моль) при температуре $T_1 = 0^\circ C$. Ядра трития (обозначаются Т, имеют атомную массу 3), входящие в состав сверхтяжёлой воды, радиоактивны. При распаде одного моля ядер трития выделяется энергия $E = 1,79$ ГДж, при этом каждую секунду в каждом моле трития распадается $N = 1,07 \cdot 10^{15}$ его ядер. Молярная изобарная теплоёмкость сверхтяжёлой воды и её пара почти такие же, как и у обычной воды ($C_v = 75,6$ Дж/(моль · К) и $C_p = 33,2$ Дж/(моль · К) соответственно). Температура кипения при нормальном давлении и молярная теплота испарения тоже близки к соответствующим значениям для обычной воды ($T_2 = 100^\circ C$ и $L = 40$ кДж/моль). Сколько времени τ_1 потребуется, чтобы довести воду до кипения? В течение какого времени τ_2 вода будет кипеть? До какой температуры T_3 нагреется содержимое сосуда через время $\tau_3 = 2,5$ часа после начала эксперимента? Каким будет объём V сосуда к данному моменту времени? Считайте, что вся энергия, выделяющаяся при распаде трития, сообщается воде. Постоянная Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль · К).

$$\tau_1 \approx 1,8 \text{ с}; \tau_2 \approx 1,1 \text{ ч}; T_3 \approx (T_1 - T_2) \frac{C_p}{2N_A E} + T_2 + \frac{m L}{m C_p} = 100^\circ C + \frac{1,1 \cdot 40 \cdot 10^3}{1,1 \cdot 75,6} = 118,4^\circ C$$

ЗАДАЧА 5. Участок AB электрической цепи состоит из одинаковых резисторов с одинаковыми сопротивлениями R . Найдите общее сопротивление участка AB .



$$R_{AB} = 3R/2$$