

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

7–9 классы, 2022 год

Билет 12

Задание 1

ВОПРОС. Рассмотрите разгон по горизонтальной прямой дороге автомобиля с нейтральным аэродинамическим профилем (при его движении сила, действующая на него со стороны воздуха, не имеет ни подъемной, ни прижимающей к дороге компоненты), для которого сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату его скорости относительно воздуха. В безветренную погоду он может разогнаться до скорости 100 км/ч, и на такой скорости колеса автомобиля уже проскальзывают. До какой скорости сможет разогнаться этот автомобиль, если мощность его двигателя увеличить на 20% (при тех же форме и размерах корпуса и массе автомобиля)? Считайте, что КПД двигателя от скорости не зависит.

Максимальная скорость, определяемая условиями $v_{\text{max}} = \text{const}$, практически не изменяется.

ЗАДАЧА. У модели самолета винт установлен на носу корпуса, и сила его тяги направлена «вперед» вдоль корпуса. Силу взаимодействия корпуса модели с воздухом при движении со скоростью, направленной вдоль корпуса, можно разложить на две компоненты: силу лобового сопротивления, направленную против скорости модели, и подъемную силу крыльев, направленную «вверх» перпендикулярно плоскости крыльев (она всегда параллельна оси корпуса). Величины обеих компонент пропорциональны квадрату скорости самолета относительно воздуха (коэффициенты пропорциональности — постоянные величины для данной конструкции модели). Для горизонтального полета по прямой в безветренную погоду модели необходимо двигаться со скоростью $v_0 = 10$ м/с, и при этом двигатель модели должен развивать мощность, равную 51,2% от максимальной. Найдите радиус окружности, по которой будет лететь эта модель в горизонтальной плоскости при максимальной мощности двигателя (в отсутствие ветра). Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².

$$R \approx \frac{6}{25} \frac{v_0^2}{g} = 13 \text{ м}$$

Задание 2

ВОПРОС. Как изменится температура плавления льда, если добавить к нему поваренной соли? Приведите пример известного Вам явления, подтверждающего Ваш ответ.

ВЛИЯНИЕ

ЗАДАЧА. В три одинаковых стакана с толстыми стенками, в которых налили одинаковые количества горячей воды, после установления равновесия бросают одинаковые кубики мокрого льда (то есть покрытые очень тонким слоем воды, находящейся в равновесии со льдом). В первый стакан бросили один кубик, и после повторного установления равновесия температура в нем оказалась равна $t_1 = 42,5^\circ\text{C}$. Во второй стакан бросили два кубика, и установившаяся температура воды в этом стакане $t_2 = 25,0^\circ\text{C}$. Какой будет установившаяся температура воды в третьем стакане, в который бросили три кубика? Изначально стаканы имели комнатную температуру. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда в кубиках $\lambda = 336 \text{ кДж}/\text{кг}$. Теплообменом с окружающими телами и испарением воды пренебречь.

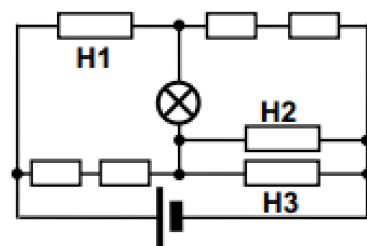
$$t_3 = 18,1^\circ\text{C} = \frac{(t_2 - t_1)c + \lambda}{(t_1 - t_2)c + t_1 t_2}$$

Задание 3

ВОПРОС. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца.

$$I^2 R = d$$

ЗАДАЧА. Три одинаковых нагревательных элемента Н подключены к аккумулятору вместе с сигнальной лампочкой и четырьмя одинаковыми резисторами по схеме, показанной на рисунке. Известно, что сопротивление нагревательного элемента в $n = 5$ раз больше сопротивления резистора. Нагревательный элемент Н1 потребляет мощность $P = 972 \text{ Вт}$. Каковы мощности потребления элементов Н2 и Н3?

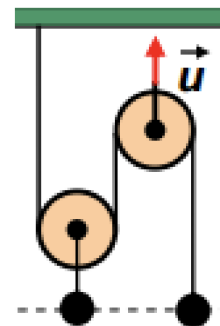


$$P_2 = P_3 = \left(\frac{n+1}{2}\right)^2 P_1 = 588 \text{ Вт}$$

Задание 4

ВОПРОС. Опишите различия между силами трения покоя и трения скольжения.

ЗАДАЧА. Одна из двух одинаковых небольших тяжелых шайб прикреплена легкой нерастяжимой нитью к оси подвижного блока, другая — к концу еще одной легкой нерастяжимой нити, которая перекинута через два подвижных блока (см. рисунок) и прикреплена к неподвижной стенке. Обе шайбы находятся на горизонтальной поверхности таким образом, что участки нитей, не лежащие на блоках, в натянутом состоянии параллельны. Блоки практически невесомы и нить скользит по ним без трения. Сначала система покоилась, и центры шайб находились на одной прямой, перпендикулярной нитям. Затем, удерживая «левую» шайбу, «правый» блок потянули так, что далее он двигался с постоянной скоростью $u = 1,6 \text{ м/с}$, и практически сразу после этого «левую» шайбу отпустили. Блок движется параллельно нитям, коэффициент трения каждой из шайб о поверхность $\mu = 0,3$. Через какое время после начала движения центры шайб вновь окажутся на одной прямой, перпендикулярной нитям? Считать, что блоки и шайбы не касаются друг друга. Ускорение свободного падения $g \approx 10 \text{ м/с}^2$.



$$t = \frac{15u}{2g} \approx 4 \text{ с}$$