

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

9 класс, 2025 год

1. Самолёт-разведчик в безветренную погоду облетает периметр квадрата $ABCD$ за 4 часа. Сколько будет длиться облёт этого же периметра, при наличии ветра, дующего вдоль стороны AB со скоростью 25 км/ч? Скорость самолёта относительно воздуха 300 км/ч.

$$t \approx 4,05 \text{ ч} \approx \left(\frac{v^2 - v_0^2}{a} + \frac{v^2 - v_0^2}{v_0^2} \right) \frac{v}{0,4} = L$$

2. К шероховатому однородному бруску массой $m = 5$ кг, неподвижно лежащему на горизонтальной поверхности, прикладывают силу, направленную под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту и зависящую от времени по закону $F = kt$, где $k = 0,5$ Н/с. Через какое время после начала действия силы брусок сдвинется с места? Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0,6$.

$$t \approx 1,06 \text{ с} \approx \frac{m \mu \sin \alpha}{k \cos \alpha}, t_2 \approx 1,46 \text{ с}, t_1 \approx 1,15 \text{ с}$$

3. Удельное сопротивление меди ρ зависит от её температуры t по линейному закону:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t),$$

где ρ_0 — удельное сопротивление меди при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ — температурный коэффициент сопротивления меди. Прямой медный провод заключен в тонкий стеклянный баллон с разреженным газом. При 0°C провод имеет сопротивление $R_0 = 1$ кОм. Баллон погрузили в воду, температура которой поддерживается постоянной и равной t_0 . Концы провода подсоединили к источнику постоянного напряжения. По истечении длительного времени в проводе установилась температура $t_0 = 250^\circ\text{C}$. Определить напряжение источника. Мощность теплоотдачи провода воде P_Q пропорциональна разности температур тел Δt , коэффициент теплоотдачи $\beta = \frac{P_Q}{\Delta t} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Вт/К}$. Тепловым расширением пренебречь.

$$U = \sqrt{R_0 \beta t (1 + \alpha t)} = \sqrt{200} \text{ В}$$

4. Реактивный самолет, разгоняясь равноускоренно, отрывается от земли, пройдя путь $s = 1$ км и достигнув скорости $v = 220$ км/ч. Стартовая масса борта (вместе с топливом, пассажирами и багажом) $m = 35$ т. Коэффициент сопротивления качению колёс шасси по взлётной полосе (отношение силы трения качения к силе нормальной реакции полосы) $\mu = 0,03$. Считая силу реактивной тяги в процессе всего разгона постоянной, определите мощность этой силы в момент отрыва самолета от земли.

$$P = mv \left(\frac{v^2}{2} + \mu g \right) \approx 4,62 \text{ МВт}$$

5. В обозримом будущем, когда будут созданы мощные ионные двигатели с ядерной силовой установкой, человечество сможет начать полноценное освоение Солнечной системы и даже добраться до её периферии. Оснащённый таким двигателем корабль в 2125 году обнаружил где-то за пределами пояса Койпера очень странный объект, представляющий собой однородный шар диаметром 100 км. Шар совершает оборот вокруг своей оси за 20 земных часов, поэтому на нём можно выделить полюса, экватор и построить сетку географических координат, подобную земной. Высадившись на поверхность небесного тела в районе 45°C северной широты, космонавт установил высокий (около 5 м) прочный жёсткий шест строго перпендикулярно поверхности небесного тела. К верхнему концу шеста прикреплена лёгкая прочная нить, на другом конце которой закреплён маленький, но очень плотный грузик. Космонавт обнаружил, что в положении равновесия нить с грузиком отклоняется от шеста на угол $0,1^\circ\text{C}$ (грузик при этом шеста не касается). Чему равно ускорение свободного падения у поверхности небесного тела?

$$\alpha \approx \frac{g \sin \alpha}{\omega^2 R} = \theta$$

6. Электросамокат массой 20 кг (в том числе масса аккумуляторов составляет 10 кг) имеет два колеса диаметром 150 мм, одно из которых ведущее. Масса человека, управляющего самокатом, составляет 80 кг, считать, что нагрузка между колёсами распределяется равномерно. Энергоёмкость батарей равна $100 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{кг}$ (количество энергии, приходящееся на единицу массы аккумулятора). Определите дальность хода при равномерном движении с максимальной скоростью передвижения по асфальту (коэффициент трения качения $0,01$ м), если мощность на ведущем колесе равна 700 Вт . КПД системы аккумулятор–двигатель–колесо составляет 60% . Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости движения, а коэффициент пропорциональности равен $0,4 \text{ кг}/\text{с}$.

Дополнительная информация. Сила трения качения определяется как $F_{\text{тр. кач}} = \frac{fN}{g}$, где f — коэффициент трения качения, N — вес, приходящийся на колесо, R — радиус колеса.

$$F_{\text{тр. кач}} = \frac{d}{\omega R} = T$$