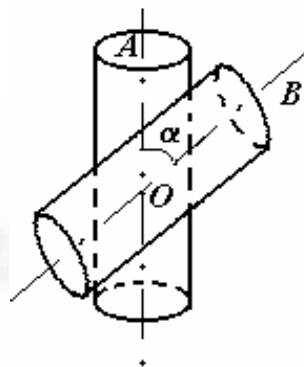




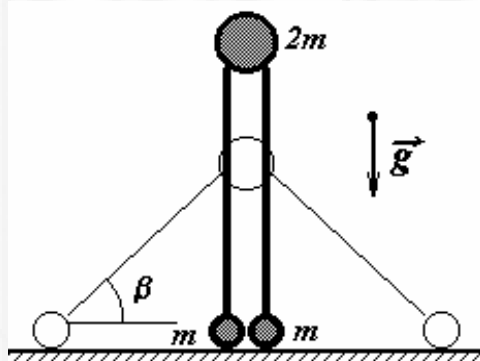
Белорусская республиканская олимпиада по физике
(Лида, 1995 г.)

9 класс

9-1. К горизонтально расположенному шероховатому цилиндру радиусом R_1 , вращающемуся с постоянной частотой n_1 , прижимают сверху шероховатый цилиндр радиусом R_2 . Ось второго цилиндра также горизонтальна, угол AOB равен α . Определите установившуюся частоту вращения верхнего цилиндра. Оси обоих цилиндров жестко закреплены. Поверхности цилиндров не деформируются.



9-2. Три шарика массами $m, 2m, m$ шарнирно скреплены легкими жесткими стержнями длиной l и установлены вертикально на гладкой горизонтальной плоскости. Систему легким толчком выводят из положения равновесия. Определите скорости шаров в момент когда стержни составляют угол β с горизонтом, если система все время остается в вертикальной плоскости. Сопротивлением воздуха пренебречь.



9-3. В высокий цилиндрический сосуд радиусом R до уровня h налита жидкость плотностью ρ . В сосуд помещают сплошной однородный цилиндр радиусом r ($r < R$), высотой l ($l < h$) и плотностью ρ_c ($\rho_c < \rho$), который свободно плавает на поверхности. На него ставят другой такой же цилиндр. И так далее. При каком минимальном количестве цилиндров, нижний цилиндр “пирамиды” достигнет дна? Жидкость из сосуда не выливается, ось “пирамиды” остается все время вертикальной.

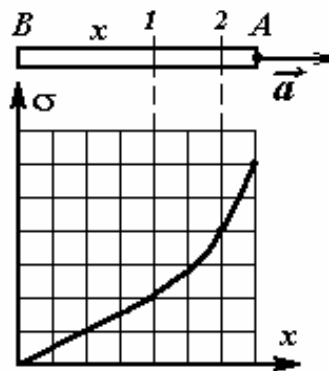
9-4. Из куска меди массой $4,5 \text{ кг}$ выплавляли прямоугольный параллелепипед, который использовали в качестве нагревательного элемента с источником постоянного напряжения. Тепловые мощности при различном подключении проводника относятся друг к другу как $1:2:8$. Определите размеры проводника, если плотность меди $\rho = 9,0 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$. Подключение

проводника осуществлялось с помощью широких шин, прижимаемых к взаимно противоположным граням параллелепипеда. Краевые эффекты растекания тока не учитывать.

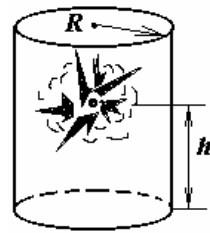
9-5. Брусок массой $m_0 = 1,0 \text{ кг}$, изготовленный из материала, удельная теплоемкость которого зависит от температуры t по закону $c(t) = c_0(1 + \alpha t)$, где $c_0 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$, $\alpha = 0,012 \text{ К}^{-1}$, опускают в калориметр. Начальная температура бруска $t = 0,0^\circ \text{С}$. В калориметре находится $m_1 = 0,50 \text{ кг}$ воды при температуре $t = 45^\circ \text{С}$. Найти установившуюся температуру воды в калориметре. Теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_1 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$.

10 класс

10-1. Стержень постоянного поперечного сечения движется поступательно с некоторым ускорением. График зависимости механического напряжения $\sigma(x)$ в стержне от расстояния x до конца B приведен на рисунке. Известно, что в сечении 1 плотность материала стержня $\rho = 3,0 \text{ г} / \text{см}^3$. Пользуясь графиком, определите плотность материала стержня в сечении 2 .



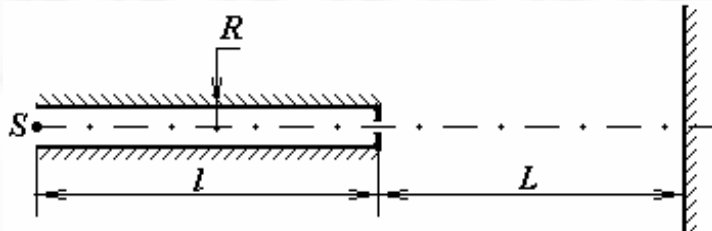
10-2. Открытая снизу толстостенная цилиндрическая бочка массой M и радиусом R установлена вверх дном вертикально на земле. Внутри бочки на ее оси, на расстоянии h от поверхности земли разорвался на множество мелких одинаковых осколков заряд массой m . Считая, что все осколки после разрыва имели одинаковую скорость, разлетелись во все стороны равномерно и затем застряли в стенках бочки или ушли в землю, определите, на какую высоту подпрыгнула бочка. Энергия E , выделившаяся при взрыве, полностью перешла в кинетическую энергию осколков. Изменением давления газа при взрыве пренебречь, сопротивление воздуха не учитывать.



10-3. Температура в герметичном помещении, в котором работает холодильник, оказалась равной $T_1 = 274\text{K}$ при температуре на улице $T_0 = 273\text{K}$. Какая температура установится в этом помещении при тех же условиях, если в нем будут работать два одинаковых холодильника? Температура в морозильной камере $T_2 = 260\text{K}$. Холодильник считать идеальной тепловой машиной.

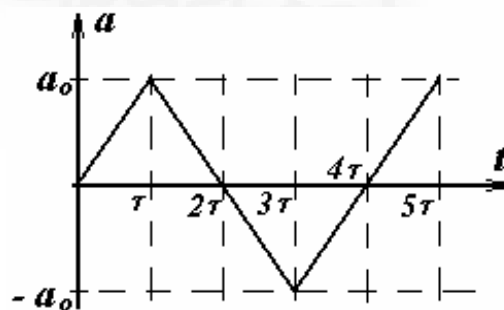
10-4. Внутри плоского конденсатора, расстояние между пластинами которого D , вставили пластину из диэлектрика с проницаемостью ϵ и толщиной d ($d < D$). Грани пластины параллельны обкладкам конденсатора. Какое напряжение нужно подать на обкладки конденсатора, чтобы пластина разорвалась? Предел прочности материала пластины σ_0 .

10-5. Цилиндрическая трубка радиусом R с зеркальной внутренней поверхностью закрыта с одного торца непрозрачной крышкой с небольшим отверстием в центре. На оси трубки, на расстоянии l от закрытого торца расположен точечный источник света S . На расстоянии L от трубки, перпендикулярно ее оси помещен плоский экран. При этом на экране образуется система освещенных колец. Объясните причину их возникновения и найдите радиусы колец. Дифракцию света не учитывать.

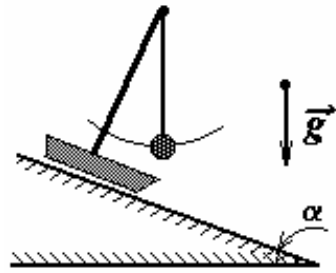


11 класс

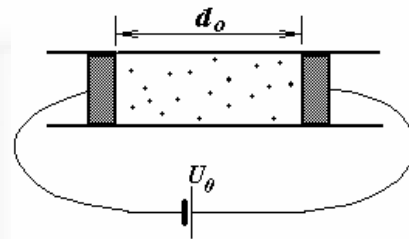
11-1. Частица движется вдоль оси X . График зависимости ее ускорения от времени представлен на рисунке. В момент времени $t = 0$ частица покоилась. Найдите среднюю скорость движения частицы за время значительно большее τ .



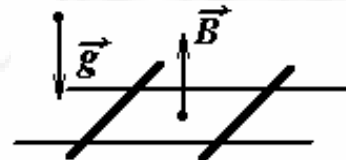
11-2. На тяжелых санках закреплен штатив, к которому на нити длиной l привязан небольшой шарик (маятник). Санки установили на плоский склон горы, составляющий угол α с горизонтом. После того как шарик остановился в положении равновесия, санки отпустили. Найдите период и амплитуду колебаний маятника в процессе движения санок по склону. Трение и сопротивление воздуха не учитывать.



11-3. Внутри открытой горизонтальной цилиндрической трубки находятся два легкоподвижных плотно пригнанных металлических поршня, между которыми находится идеальный газ. Поршни подключены к регулируемому источнику постоянного напряжения. Напряжение источника равно U_0 , поршни находятся в равновесии на расстоянии d_0 друг от друга. Как изменится расстояние между поршнями, если медленно увеличить напряжение источника в два раза? Атмосферным давлением пренебречь, температуру газа считать постоянной, его диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 1$.



11-4. На двух горизонтальных параллельных проводящих рельсах свободно лежат две одинаковых проводящих перемычки параллельно друг другу и перпендикулярно рельсам. В некоторый момент времени достаточно быстро “включили” однородное вертикальное магнитное поле. Считая, что сопротивление рельсов значительно меньше сопротивления перемычек и пренебрегая трением, найдите, во сколько раз изменилось расстояние между перемычками.



11-5. В длинной цилиндрической трубке происходит тлеющий разряд в неоне. Считая стенки трубки полностью поглощающими, оцените отношение светового давления к давлению газа.

Для численных оценок принять:

- радиус трубки $r = 1,0 \text{ см}$;
- температура газа $T = 400 \text{ К}$;
- в среднем через время $\tau = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ каждый атом неона испускает квант света с длиной волны $\lambda = 680 \text{ нм}$.