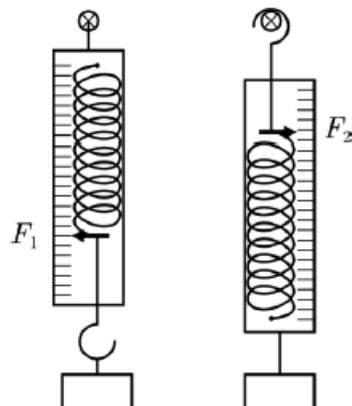


Московская олимпиада школьников по физике

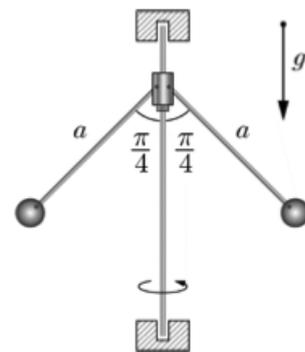
11 класс, второй тур, 2018 год

ЗАДАЧА 1. У Васи есть два совершенно одинаковых динамометра с очень лёгкими пружинами и массивными корпусами. Эти динамометры не отградуированы, но оба имеют шкалы с линейной зависимостью показаний от растяжения пружины. Если к крючку пружины динамометра подвесить груз с известной массой m , и держать динамометр за корпус вертикально, то динамометр показывает некоторое значение F_1 (см. рисунок). Если прикрепить тот же груз к корпусу динамометра и удерживать динамометр с грузом в вертикальном положении за крючок пружины, то динамометр показывает другое значение F_2 (причём $F_2 > F_1$). Вася привязал другой груз с неизвестной массой M между двумя динамометрами, и держит сверху эту конструкцию за её наивысшую точку так, что динамометры занимают вертикальное положение. При этом верхний динамометр показывает значение F_3 , а нижний динамометр показывает значение F_4 . Основываясь на результатах проведённых измерений, Вася вычислил массу M груза. Чему может быть равна эта масса M , если все четыре упомянутых показания динамометров различны и не равны нулю? Крючок пружины ненагруженного динамометра выступает за пределы его корпуса.



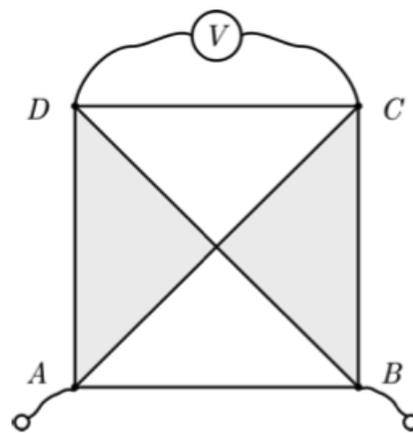
$$m \frac{F_2 - F_1}{F_2 - F_1}, m \frac{F_2 - F_1}{F_2 - F_1}, m \frac{F_2 - F_1}{F_2 - F_1}, m \frac{F_2 - F_1}{F_2 - F_1}$$

ЗАДАЧА 2. На рисунке изображена упрощённая модель центробежного регулятора. Два одинаковых тяжёлых груза при помощи лёгких жёстких стержней с длинами a и шарниров соединены с вращающимся валом, ось которого вертикальна. Конструкция шарниров позволяет стержням свободно отклоняться от этой оси, однако грузы и вал вращаются с одинаковой угловой скоростью ω , которая поддерживается постоянной при помощи внешнего привода. Установившиеся при вращении равновесные положения стержней таковы, что угол между стержнями равен 90° . Определите период малых колебаний грузов относительно положения равновесия при вращении. Трения в шарнирах и в подшипниках крепления вала нет. Размеры грузов малы по сравнению с длиной стержней.



$$\frac{6}{\sqrt{2}} \sqrt{a \omega^2} = L$$

ЗАДАЧА 3. Квадратная пластина составлена из проводников двух сортов: серого и белого (см. рисунок). Удельное сопротивление белого проводника вдвое меньше, чем серого. Сопротивление пластины между вершинами A и B равно r_1 . Если через эти вершины пропускать ток силой I , то идеальный вольтметр, подключенный к вершинам C и D , показывает значение напряжения U_1 . После охлаждения пластины удельное сопротивление белых проводников уменьшилось вдвое, а серых — в восемь раз. Сопротивление пластины между вершинами A и B при этом стало равным r_2 , а при пропускании через эти вершины прежнего тока силой I тот же вольтметр стал показывать значение U_2 .

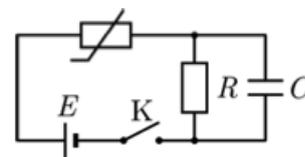


- 1) Найдите сопротивление пластины между вершинами B и C до её охлаждения.
- 2) Найдите сопротивление пластины между вершинами A и C до её охлаждения.

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_1 + 4r_2}{r_1 + 4r_2} = \frac{r_1 + 4r_2}{r_1 + 4r_2}$$

ЗАДАЧА 4. Нелинейный элемент бареттер обладает свойством поддерживать постоянной силу тока через себя в некотором диапазоне рабочих напряжений от U_0 до U_1 (диапазон напряжений стабилизации). Обозначим эту постоянную силу тока через I_0 (ток стабилизации). При напряжениях, меньших U_0 , бареттер ведёт себя как резистор с сопротивлением $R_0 = U_0/I_0$. Бареттер на схеме цепи изображается как резистор, перечёркнутый отрезком ломаной линии, похожим на клюшку.

Используя бареттер, конденсатор ёмкостью $C = 10$ мкФ, идеальную батарейку с ЭДС $\mathcal{E} = 6$ В, ключ и резистор с сопротивлением R , собрали цепь, схема которой изображена на рисунке. Параметры бареттера: диапазон напряжений стабилизации от $U_0 = 2$ В до $U_1 = 6$ В, ток стабилизации $I_0 = 20$ мА. Проанализируйте процесс зарядки конденсатора после замыкания ключа при разных значениях сопротивления резистора и ответьте на следующие вопросы.



- 1) До какого напряжения зарядится конденсатор, если $R = 50$ Ом? А если $R = 500$ Ом?
- 2) Пусть $R = 200$ Ом. Чему равна сила тока, текущего через резистор в тот момент, когда скорость изменения энергии конденсатора в процессе зарядки максимальна?
- 3) Пусть $R = 5000$ Ом. За какое время конденсатор зарядится до половины максимального заряда?

$$(1) 1 \text{ В}; 5 \text{ В}; (2) 10 \text{ мА}; (3) 1,5 \text{ мс}$$

ЗАДАЧА 5. В лаборатории решили изготовить три трансформатора с одинаковыми сердечниками. На каждый из сердечников намотали по $4N$ витков провода, по-разному распределив их между первичными и вторичными обмотками трансформаторов. Три полученных трансформатора соединили в цепь, схема которой показана на рисунке. На вход цепи (контакты A и B) подали гармоническое напряжение, а к выходу цепи никакой нагрузки не подключили. Каким может быть для этой цепи отношение амплитуды выходного напряжения к амплитуде входного напряжения? Влиянием обмоток соседних трансформаторов друг на друга можно пренебречь.

$$1 : 5 \text{ или } 7 : 1$$

