

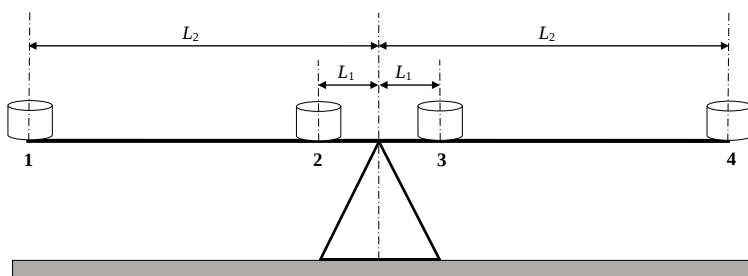
Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

Задание 1. (25 баллов) Плавление метеорита

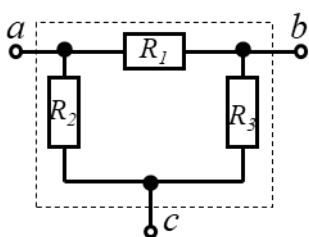
Рассмотрим упрощенную модель плавления метеорита, летящего сквозь земную атмосферу, согласно которой его внешние слои разогреваются до температуры плавления, плавятся, а затем сдуваются потоком воздуха. Будем считать, что внутренняя область метеорита остаётся холодной (имеет температуру, равную 270 К), пока не оказывается в прямом контакте с атмосферой. Пусть разогрев некоторого метеорита происходит только за счет его кинетической энергии, которая пропорциональна исходной массе. Когда эта энергия будет израсходована, данный метеорит потеряет 90 % своей массы, если его разогрев и плавление будут соответствовать модели, описанной выше. Альтернативная модель может состоять в том, что весь метеорит сначала прогревается до температуры плавления (1800 К), а затем плавится до тех пор, пока не будет израсходована вся кинетическая энергия. Расплавленные слои уносятся потоком воздуха, аналогично первой модели. Какую часть массы потеряет тот же самый метеорит при плавлении, описываемом второй моделью? Теплоемкость метеорита принять равной 600 Дж/кг·К, удельную теплоту плавления – равной 280 кДж/кг.

Задание 2. (25 баллов) Космические весы

Представитель чрезвычайно технологичной цивилизации построил рычажные весы, показанные на Рисунке. В чашу № 1 он поместил чайную ложку вещества нейтронной звезды, масса которой равна 1 миллиарду тонн. Чаша № 2 оставлена свободной, тогда как в чаше № 3 находится чайная ложка с веществом из черной дыры с массой, равной 3 миллиардам тонн. Для того, чтобы сбалансировать весы, в чаше 4 размещена такая масса m , что произведение $m \cdot L_2$ равно $5 \cdot 10^{12}$ кг·м. Весы остаются сбалансированными, если ложку из чаши № 3 переместить в чашу № 2, а ложку из чаши № 1 – в чашу № 3. Найти длины L_1 , L_2 .



Задание 3. (25 баллов) П-образный аттенюатор



Мастер, ремонтируя радиоприемник, обнаружил вышедшие из строя несколько одинаковых П-образных аттенюаторов. К сожалению, замену аттенюаторам найти не удалось, а к счастью, один из аттенюаторов остался полностью работоспособным. Исследуя его устройство, мастер смог восстановить принципиальную электрическую схему, представленную на рисунке, и обнаружил что номинал резистора R_1 по маркировке составил 50 Ом, а маркировка на двух резисторах R_2 и R_3 в результате термического воздействия не читается. Для изготовления вышедших из строя

аттенюаторов определите значения сопротивлений резисторов R_2 и R_3 , если измеренное электрическое сопротивление между точками a и c составило 29.33 Ом, между точками b и c составило 36 Ом.

Задание 4. (25 баллов) Линия из планет

Будем считать, что Земля, Марс и Юпитер вращаются вокруг Солнца по окружностям, лежащим в одной плоскости, с постоянными скоростями. Вращение всех трех планет направлено в одну и ту же сторону. Земля делает один оборот вокруг Солнца за 365.26 суток, Марс – за 686.98 суток, а Юпитер – за 4332.59 суток. Пусть в некоторый момент все три планеты оказываются на одной и той же прямой линии вместе с Солнцем, с одной и той же стороны от него. Сколько раз Земля и Марс снова займут положение на одной прямой с Солнцем до тех пор, пока прямая Солнце – Юпитер не окажется в пределах 10° от Земли и Марса? Рассматривать только те конфигурации планет, в которых все они находятся с одной и той же стороны от Солнца.