

Время выполнения заданий – 180 минут

Максимальное количество баллов – 100

Задание 1 (25 баллов)

В механической системе, схема которой представлена на рис. 1, небольшой брусок массой  $m$  лежит на однородном стержне длиной  $L=90$  см. Один из концов стержня шарнирно закреплён. Очень лёгкая подставка, закреплённая на неподвижных электронных весах, служит опорой для стержня. Стержень принимает горизонтальное положение.



рис.1

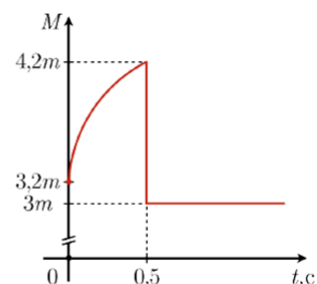


рис.2

Бруску сообщают начальную скорость вдоль стержня в направлении весов, в результате чего их показания  $M$  меняются с течением времени  $t$  так, как показано на рис. 2.

- 1) Во сколько раз масса стержня больше массы бруска?
- 2) На каком расстоянии  $L_1$  от шарнира находился брусок в начале опыта?
- 3) С каким ускорением  $a$  двигался брусок?
- 4) Какую начальную скорость  $V_0$  сообщили бруску?
- 5) Какую скорость  $V$  имел брусок в момент, когда показания весов принимали наибольшее значение?

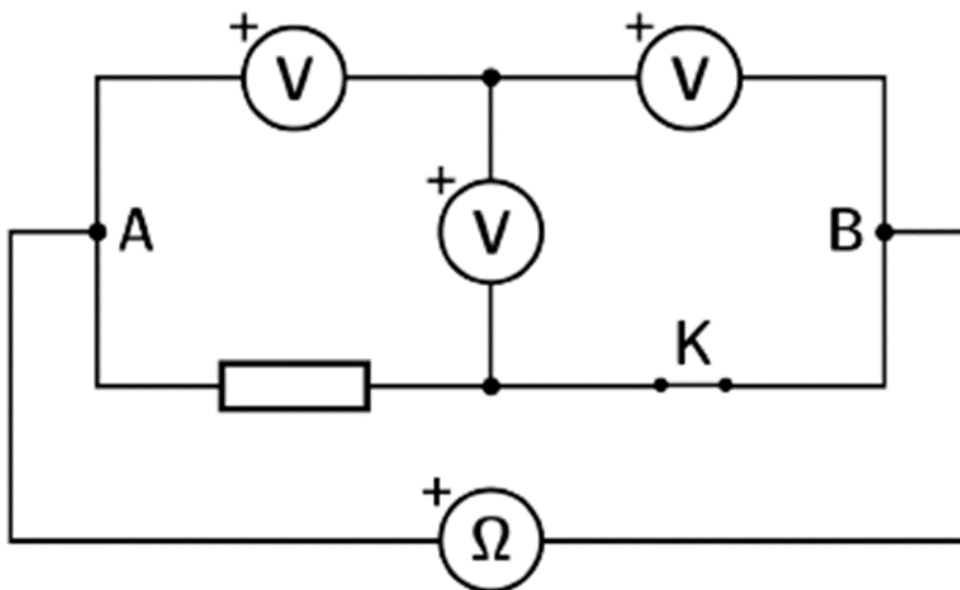
Коэффициент трения скольжения бруска о стержень составляет  $\mu=0,4$ . Считать, что  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

Задание 2 (25 баллов)

«Правильный» снеговик устроен так, что центры его соприкасающихся шаров располагаются на одной линии, и все шары имеют общую касательную. Александр решил провести «убийство» такого снеговика, состоящего из трёх шаров, «без следов». Для этого он взял большой шар снеговика, растопил и нагрел его до  $100^\circ\text{C}$  в кастрюле. После этого он опустил в кастрюлю среднюю часть снеговика, заметив, что после наступления теплового баланса температура уменьшилась до  $60^\circ\text{C}$ . Какой станет температура, если к имеющимся «улика» добавить верхнюю часть снеговика? Начальная температура снеговика  $0^\circ\text{C}$ , удельная теплота плавления снега  $\lambda=330$  кДж/кг, удельная теплоемкость воды  $c=4200$  Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$ ).

Задание 3 (25 баллов)

На рисунке представлена схема электрической цепи, состоящей из трёх одинаковых вольтметров, омметра, резистора и ключа  $K$ . Сопротивление резистора в два раза больше сопротивления вольтметра. Ключ  $K$  замкнут. Омметр показывает  $R_0=0,96$  МОм, а сумма показаний всех вольтметров составляет  $V_0=0,64$  В.



- 1) Определите напряжение  $V_{AB}$  между концами А и В омметра.
  - 2) Чему равна сила тока  $I_0$ , протекающего через омметр?
  - 3) Какое сопротивление  $R$  имеет вольтметр?
  - 4) Во сколько раз сила тока, протекающего через ключ  $K$ , меньше силы тока  $I_0$ , протекающего через омметр?
  - 5) Что покажет омметр, если ключ  $K$  разомкнуть?
- Сопротивление соединительных проводов много меньше сопротивления вольтметра.

#### Задание 4 (25 баллов)

Для того, чтобы создать ахроматическую линзу, используют две линзы из разных материалов. К плосковыпуклой тонкой линзе с радиусом кривизны  $R_1$  и зависимостью показателя преломления от длины волны проходящего света  $n_1(\lambda) = n_{01} + \alpha_1 \cdot (\lambda_k - \lambda)$  вплотную прислоняют вогнуто-выпуклую тонкую линзу с радиусами кривизны  $R_1$  и  $R_2$  и показателем преломления  $n_2(\lambda) = n_{02} + \alpha_2 \cdot (\lambda_k - \lambda)$ . Определите, при каком значении  $R_2$  данная система будет ахроматической, то есть её фокусное расстояние не будет зависеть от длины световой волны. Какой при этом будет величина фокусного расстояния?

$R_1 = 40$  см,  $n_{01} = 1,805$ ,  $\alpha_1 = 100$  м<sup>-1</sup>,  $n_{02} = 1,500$ ,  $\alpha_2 = 150$  м<sup>-1</sup>.

