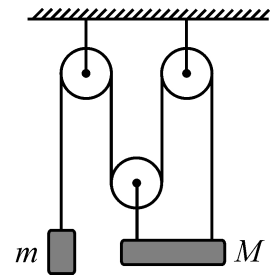


### Задача 1

Изображенная на рисунке система состоит из грузов массами  $m$  и  $M$ , двух неподвижных и одного подвижного блока. Не лежащие на блоках участки нитей вертикальны. Определите ускорения грузов, считая, что груз массой  $M$  при движении сохраняет горизонтальное положение, нити невесомы и нерастяжимы, блоки легкие, трения нет.



**Ответ:** проекции ускорений грузов массами  $M$  и  $m$  на ось, направленную вниз, равны, соответственно,

$$a_M = (M - 3m)g / (M + 9m) \text{ и } a_m = -3a_M = -3(M - 3m)g / (M + 9m).$$

### Критерии

Записана связь перемещений грузов (отличаются по величине в три раза, направлены противоположно) – 2 балла

Записана связь ускорений грузов (отличаются по величине в три раза, направлены противоположно) – 2 балла

(Если правильная связь ускорений грузов получена другим способом – 4 балла.)

Записан второй закон Ньютона для груза массой  $m$  – 2 балла

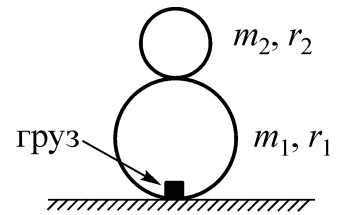
Записан второй закон Ньютона для груза массой  $M$  – 2 балла

Получен правильный ответ для ускорения груза массой  $m$  – 1 балл

Получен правильный ответ для ускорения груза массой  $M$  – 1 балл

### Задача 2

Детская игрушка «неваляшка» состоит из двух пластмассовых шаров радиусами  $r_1 = 9$  см и  $r_2 = 6$  см (см. рисунок), полых внутри. Игрушка стоит на горизонтальном столе. В нижней точке нижнего шара закреплён маленький груз массой  $M = 250$  г. «Неваляшка» обладает следующим свойством: если её положить набок, так, чтобы оба шара касались стола, и отпустить, то она «встанет» и вновь примет вертикальное положение. При каких массах  $m_1$  и  $m_2$  нижнего и верхнего шаров соответственно игрушка обладает этим свойством? Считать, что центры масс шаров совпадают с их геометрическими центрами.



**Ответ:** масса  $m_1$  может быть любой, а  $m_2 < M \frac{r_1}{r_1 + r_2} = 150$  г.

### Критерии

*Запись соотношений оценивается из 6 баллов*

При способе «через моменты силы»:

Записано неравенство  $Mgl_1 > m_2gl_2$  – 4 балла (если равенство вместо неравенства – 3 балла)

Получены правильные выражения для плеч сил  $l_1 = r_1 \cos \alpha$ ,  $l_2 = (r_1 + r_2) \cos \alpha$ , где  $\alpha$  – угол наклона игрушки к горизонту – 2 балла

При способе решения «через центр масс»:

Высказана идея о том, что центр масс системы находится ниже центра большого шара – 4 балла

Получено соотношение для координаты центра масс в выбранной системе координат – 2 балла

*Ответ оценивался из 4 баллов*

Получен ответ  $m_2 < Mr_1 / (r_1 + r_2)$  – 2 балла (если знак равенства вместо неравенства – снимается 1 балл)

Получена верхняя граница для  $m_2$  в 150 г – 1 балл

Указано, что масса  $m_1$  может быть любой – 1 балл

### Задача 3

Вася нашел старую медную проволоку с сильно попорченной изоляцией. Намереваясь сдать в пункт приема цветных металлов медь, он скомкал проволоку и бросил комок в костер. После такой обработки полностью избавленная от изоляции медь массой 2 кг имела температуру 600 °С. Вася зацепил проволоку железным крючком и, не торопясь, опустил горячий комок проволоки в открытое ведро с 5 литрами воды при начальной температуре 20 °С. Когда перестало раздаваться шипение, Вася круговыми движениями комка проволоки перемешал воду в ведре. Какой стала температура воды в ведре после того, как медь остыла? Удельная теплоемкость меди равна примерно 380 Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота испарения воды 2,3 МДж/кг.

**Ответ:** температура воды в ведре стала равной примерно 23 °С.

### Критерии

Правильная интерпретация шипения (нагревание воды до 100 °С и превращение ее в пар) – 2 балла

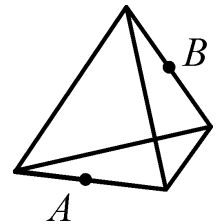
Записано уравнение теплового баланса для нагревания и испарения воды массой  $M_1$   
 $c_m m_m \Delta t_m = (L + c_v \Delta t_v) M_1$  – 3 балла (если отброшено слагаемое  $c_v \Delta t_v$  – 2 балла вместо 3)

Записано уравнение теплового баланса для нагревания оставшейся воды  
 $c_m m_m \Delta t_{m1} = c_v \Delta t_v (M - M_1)$  – 4 балла (если отброшено слагаемое  $M_1$  – 3 балла вместо 4, если изменение температуры меди порядка 520 °С вместо 80 °С – 1 балл вместо 4)

Получение правильного ответа – 1 балл

### Задача 4

Из проволоки сделали правильную треугольную пирамиду, все ребра которой имеют одинаковую длину и сопротивление  $R$ . К серединам двух противоположных взаимно перпендикулярных ребер подсоединили выводы  $A$  и  $B$  омметра – прибора для измерения сопротивлений. Что покажет омметр?



**Ответ:**  $3R/4$ .

### Критерии

Хотя бы в одном случае правильно записан закон Ома или закон последовательного и параллельного соединения проводников – 1 балл

Нарисована правильная эквивалентная схема, позволяющая решить задачу с помощью законов последовательного и параллельного соединения проводников – 4 балла

Получен верный ответ – 5 баллов