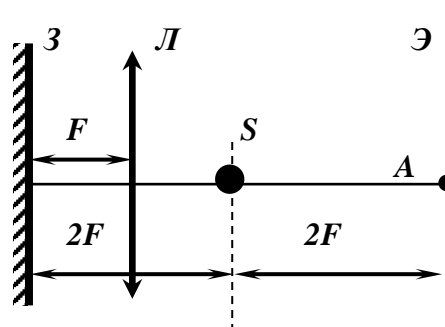


ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27991 для 9-го класса

1. Точечный источник света S , плоское зеркало $З$, собирающая тонкая линза $Л$ и экран $Э$ расположены так, как показано на рисунке. Как изменится освещенность в точке A экрана, если плоское зеркало подвинуть параллельно самому себе влево на расстояние d ?



Решение: Поскольку источник располагается в фокусе линзы, то вышедшие из него лучи после преломления в линзе выйдут из неё параллельно главной оптической оси. Они отразятся от зеркала и останутся параллельными г.о.о. Следовательно, после прохождения линзы снова соберутся в главном фокусе, т.е. в источнике. Перемещение зеркала влево никак не отразится на этом ходе лучей.

Освещенность в центре экрана (точка A) определяется суммой освещенностей от источника и от его изображения. Поскольку изображение источника – это он сам, то смещение зеркала никак не повлияет на освещенность в центре экрана.

2. Правильная четырехугольная пирамида приклеена к дну стеклянного аквариума. Длина стороны квадрата, лежащего в основании пирамиды, равна высоте пирамиды $a = 10$ см. Аквариум заполнен водой до уровня $h = 2a$. Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³, плотность стекла $\rho = 2,7\rho_v$. Найдите силу давления пирамиды на дно аквариума, если объём данной пирамиды равен $a^3/3$.

Решение:

Если бы вместо клея был тонкий слой воды, то сила Архимеда равнялась бы $F_A = \rho_v g V = F_A(\uparrow) - F_A(\downarrow) = \rho_v g h S - F_A(\downarrow) \rightarrow F_A(\downarrow) = \rho_v g h S - \rho_v g V$

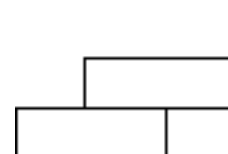
Когда пирамида приклеена, то сила давления на дно аквариума

$$F_d = mg + F_A(\downarrow) = 2,7\rho_v \frac{a^3}{3} g + \rho_v g \left(2a^3 - \frac{1}{3} a^3 \right) =$$

$$= 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{10^{-3}}{3} \cdot 10 + 10^3 \cdot 10 \left(2 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{3} 10^{-3} \right) = 9 + 17 = 26 \text{ Н}$$

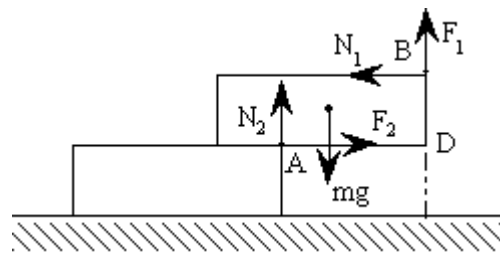
Ответ: 26 Н

3. Внутренний двор (атриум) главного учебного корпуса НИУ «МЭИ» выложен тротуарной плиткой. При выполнении ремонтных работ часть плитки складировали у стены корпуса в два ряда так, что верхняя плитка своим торцом упиралась в стену (см. рис.). На каком максимальном расстоянии от стены может находиться ближний к ней торец нижней плитки, чтобы верхняя плитка лежала горизонтально? Коэффициент трения между плитками, а также между плиткой и стеной равен $\mu = 0,4$. Толщина плитки в четыре раза меньше её длины, равной $l = 20$ см. Нижнюю горизонтальную плитку считать неподвижной.



Решение:

Если верхняя плитка начнёт падать, то она будет поворачиваться вокруг оси, совпадающей с верхним ближним к стене ребром A неподвижной нижней плитки. Действующие на верхнюю плитку силы нормальной реакции и трения будут приложены в месте расположения ребра A нижней плитки и к ребру B верхней плитки. Учитывая это, записываем условия равновесия верхней плитки:



$$mg = N_2 + F_1; \quad N_1 = F_2; \quad N_1 h + \frac{1}{2} mgl = N_2 x.$$

Здесь x - расстояние от ближнего торца нижней плитки до стены. Первые два уравнения выражают условия равенства нулю суммы проекций на оси координат всех сил, действующих на плитку, а третье – условие равенства нулю рассчитанных относительно точки D суммы моментов этих сил.

Когда плитка начинает падать, происходит скольжение её относительно нижней и стены, поэтому силы трения можно выразить через силы нормальной реакции:

$$F_1 = \mu N_1; \quad F_2 = \mu N_2.$$

Решая записанные уравнения относительно x , находим

$$x = \mu h + (1 + \mu^2) \frac{l}{2} = (2 + \mu + 2\mu^2) \frac{l}{4} = 13,6 \text{ (см)}.$$

Ответ: 13,6 см.

4. К источнику питания последовательно подключены два вольтметра. Показания первого вольтметра равны $u_1 = 3$ В, показания второго $u_2 = 6$ В. Если в схему последовательно с первыми двумя подключить третий вольтметр, то его показания будут равны $u_3 = 3,6$ В. Определите показания каждого вольтметра, если второй и третий вольтметры соединить параллельно, последовательно с ними соединить первый вольтметр и подключить их к тому же источнику. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Решение:

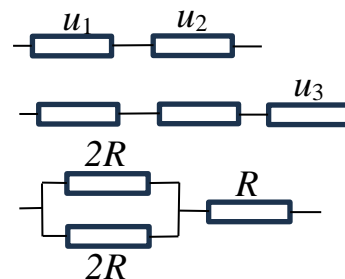
ЭДС источника $u = u_1 + u_3 = 9$ В. Вольтметр показывает падение напряжения на себе самом.

Из первой схемы:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{u_2}{u_1} \rightarrow R_1 = R, R_2 = 2R$$

Из второй схемы:

$$\frac{3R}{R_3} = \frac{u - u_3}{u_3} = \frac{9 - 3,6}{3,6} = 1,5 \rightarrow R_3 = 2R$$



Из третьей схемы видно, что напряжение на каждом вольтметре равно $u/2 = 4,5$ В.

Ответ: 4,5 В.

5. Проводящая рамка в форме равностороннего треугольника выполнена из проволоки длиной l и массой m . Рамка неподвижно лежит на гладком горизонтальном столе и помещена в однородное магнитное поле, линии индукции которого параллельны одной из сторон рамки. Рамка обтекается постоянным током силой I . При каком значении магнитной

индукции рамка начнет двигаться? Влиянием подводных проводов пренебречь. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на рамку.

Решение:

На рисунке изображен вид сверху на горизонтальный стол. Направление тока в рамке – по часовой стрелке. При указанном направлении линий индукции магнитного поля (пусть они параллельны стороне 3 рамки) на рамку действуют:

- сила тяжести $m\vec{g}$, приложенная в центре тяжести рамки (центр рамки),
- сила реакции стола \vec{N} , приложенная в центре стороны 2,

- две силы Ампера \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , приложенные в середине сторон 1 и 2 соответственно.

Поскольку силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 направлены противоположно друг другу, а их модули одинаковы: $F_1 = F_2 = IB \frac{l}{3} \sin \frac{\pi}{3}$,

то $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$.

Однако сила \vec{F}_2 «прижимает» сторону 2 к столу, а сила \vec{F}_1 «отрывает» сторону 1 от стола. Рамка придет в движение и начнет поворачиваться вокруг оси, проходящей по стороне 2. (3)

Это произойдет, если момент силы \vec{F}_1 относительно стороны 2 будет больше, чем момент силы тяжести рамки относительно той же стороны. Поскольку длина стороны рамки равна $\frac{l}{3}$

, то $F_1 \frac{l/3}{2} \frac{\sqrt{3}}{2} > mg \frac{l/3}{2\sqrt{3}}$ Следовательно $F_1 > \frac{2}{3} mg$

Значение силы Ампера определяется как $F_1 = IB \frac{l}{3} \frac{\sqrt{3}}{2}$ Тогда $IB \frac{l}{3} \frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{2}{3} mg$

Окончательно $B > \frac{4mg}{\sqrt{3}Il}$

Ответ: $B_{\min} = \frac{4mg}{\sqrt{3}Il}$

