**МИФ-2018. Пермь, 22 апреля 2018 года.**

**Квалификационная игра. Физика-2**

**1.** Два резистора включили в сеть сначала последовательно, а потом параллельно. Во сколько раз изменилась потребляемая мощность, если сопротивление резисторов отличается в 2 раза?

**2.** При помощи собирающей линзы получено чёткое изображение предмета на экране. Расстояние от линзы до экрана втрое больше чем расстояние от линзы до предмета, а расстояние между предметом и его изображением – 1 м. Вычислите фокусное расстояние линзы.

**3.** Максимальный коэффициент трения покоя колёс мотороллера о дорогу 0.7, а масса вместе с водителем 150 кг. Может ли мотороллер двигаться с ускорением 7.5 м/с2 по горизонтальной дороге? Сопротивление воздуха не учитывать.

**4.** На дне сосуда имеется маленькое круглое отверстие диаметром 0.1 мм. Каков максимальный уровень воды в сосуде, при котором она ещё не вытекает через отверстие? Плотность воды ‑ 1000 кг/м3, коэффициент поверхностного натяжения воды ‑ 0.071 Н/м.

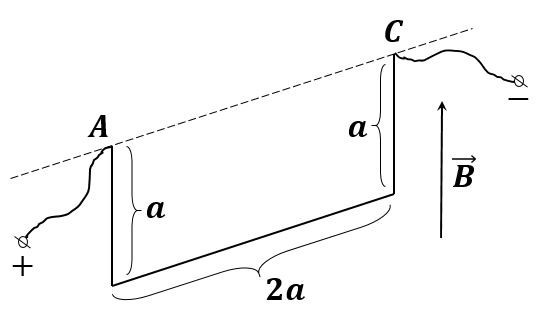
**5.\*** Прямоугольная рамка, выполненная из однородной медной проволоки, способна без трения вращаться вокруг оси (рис. 1). Её помещают в однородное магнитное поле с индукцией , направленной вертикально вверх. Какое напряжение необходимо приложить между точками и , чтобы плоскость рамки составляла с вертикалью? Плотность меди , удельное сопротивление меди , .

Рис. 1

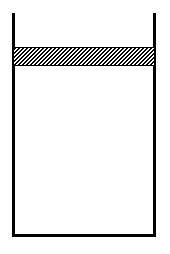
**6.\*** В теплоизолированном вертикальном цилиндре, с площадью поперечного сечения , находится идеальный одноатомный газ (рис. 2). Сверху газ удерживается поршнем массой , который способен скользить по цилиндру без трения. На поршень помещают груз массой . Во сколько раз изменится температура газа после того, как система придёт в равновесие? Атмосферное давление  кПа.

Рис. 2

**МИФ-2018. Пермь, 22 апреля 2018 года.**

**Квалификационная игра. Физика-2**

**Ответы и решения**

**1.** Два резистора включили в сеть сначала последовательно, а потом параллельно. Во сколько раз изменилась потребляемая мощность, если сопротивление резисторов отличается в 2 раза?

**Ответ:** 4.5.

**2.** При помощи собирающей линзы получено чёткое изображение предмета на экране. Расстояние от линзы до экрана втрое больше чем расстояние от линзы до предмета, а расстояние между предметом и его изображением – 1 м. Вычислите фокусное расстояние линзы.

**Решение**

Изображение на экране действительное. Обозначим  м и применим формулу тонкой линзы:

 м

**Ответ:** 19 см.

**3.** Максимальный коэффициент трения покоя колёс мотороллера о дорогу 0.7, а масса вместе с водителем 150 кг. Может ли мотороллер двигаться с ускорением 7.5 м/с2 по горизонтальной дороге? Сопротивление воздуха не учитывать.

**Ответ:** нет, максимальное ускорение, с которым может двигаться мотороллер 7.0 м/с2.

**4.** На дне сосуда имеется маленькое круглое отверстие диаметром 0.1 мм. Каков максимальный уровень воды в сосуде, при котором она ещё не вытекает через отверстие? Плотность воды ‑ 1000 кг/м3, коэффициент поверхностного натяжения воды ‑ 0.071 Н/м.

**Решение**

Поверхностная плёнка воды в отверстии образует выпуклый мениск диаметром  м, давление над которым уменьшится на величину:

, (1)  
где – коэффициент поверхностного натяжения. В свою очередь, давление столба жидкости искомой высоты над мениском:

*.* (2)  
Приравнивая (1) и (2) получаем уровень воды.

 м

**Ответ:** 28 см.

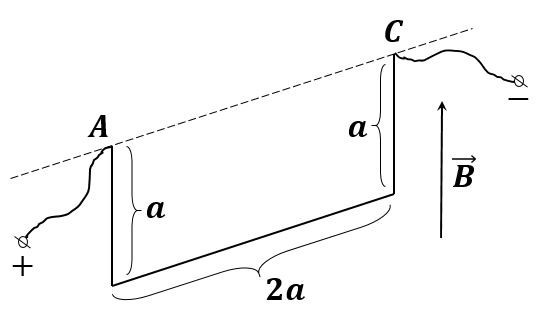
**5.\*** Прямоугольная рамка, выполненная из однородной медной проволоки, способна без трения вращаться вокруг оси (рис. 3). Её помещают в однородное магнитное поле с индукцией , направленной вертикально вверх. Какое напряжение необходимо приложить между точками и , чтобы плоскость рамки составляла с вертикалью? Плотность меди , удельное сопротивление меди , .

Рис. 3

**Решение**

Со стороны магнитного поля на каждый отрезок рамки будет действовать сила Лоренца, однако изменять положение рамки относительно оси , будет лишь сила , действующая на горизонтальный отрезок. Обозначим силу тока в рамке как , тогда сила Лоренца:

. (1)  
Обозначим площадь поперечного сечения проволоки за , тогда масса отрезка проволоки длиной :

, (2)  
а электрическое сопротивление такого отрезка:

. (3)  
Рассмотрим рамку как рычаг второго рода (рис. 4). Для того, чтобы рамка находилась в равновесии должно выполнятся равенство моментов сил, вращающих её по и против часовой стрелки. Рамка состоит из двух вертикальных отрезков массы и одного горизонтального отрезка массой . Таким образом, с учётом наклона плоскости рамки по углом к вертикали, равенство моментов принимает вид:

.   
После упрощения получаем:

. (4)  
Искомое напряжение обозначим . Согласно закону Ома:

*.* (5)  
Подставим (3) в (5), а полученное выражение в (1). Также подставим (2) в (4). В результате получим два выражения для силы Лоренца.

Приравнивая правые части, окончательно получаем:

 В

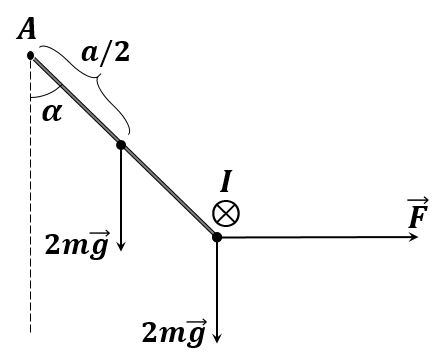
**Ответ:** 0.18 В.

Рис. 4

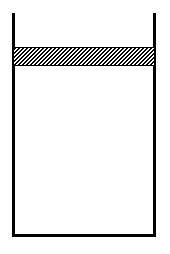
**6.\*** В теплоизолированном вертикальном цилиндре, с площадью поперечного сечения , находится идеальный одноатомный газ (рис. 5). Сверху газ удерживается поршнем массой , который способен скользить по цилиндру без трения. На поршень помещают груз массой . Во сколько раз изменится температура газа после того, как система придёт в равновесие? Атмосферное давление  кПа.

Рис. 5

**Решение**

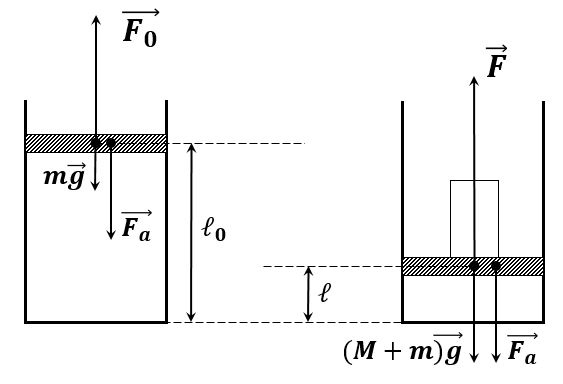
Пусть под поршнем изначально находилось моль газа при температуре , а сам поршень находился на высоте относительно дна цилиндра (рис. 6). Так как поршень в равновесии, то сила тяжести , действующая на поршень, а так же сила давления со стороны атмосферы уравновешиваются силой давления газа .

Рис. 6

(1)  
где – начальное давление газа. Уравнение Менделеева-Клайперона принимает вид:

(2)  
где – универсальная газовая постоянная. После того, как на поршень поставили груз, он опустился, сила тяжести совершила работу, а потенциальная энергия груза и поршня перешла во внутреннюю энергию газа.

(3)  
где: – искомая температура газа, - установившееся расстояние от поршня до дна цилиндра. Поршень вновь находится в равновесии.

(4)  
где – давление газа под поршнем. Уравнение Менделеева-Клайперона принимает вид:

(5)  
Разделим (5) на (2).

(6)  
Подставим левые части (2) и (5) в (3), а давления выразим из (1) и (4). В итоге (3) приобретает вид:

,   
откуда:

. (7)  
Разделим (4) на (1).

(8)  
Наконец, подставим (7) и (8) в (6).

Произведём замену .

**Ответ:** 1.04.