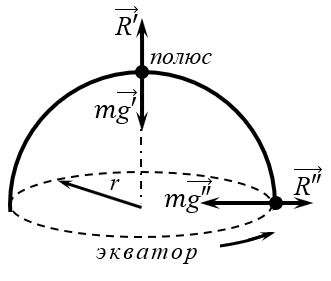
**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

**Максимальное количество баллов – 50 баллов.**

**Время выполнения заданий – 230 минут.**

**Задача №1 (10 баллов)**

При какой продолжительности суток *Т* вес тела на экваторе планеты может составлять *η* = 97% от веса этого же тела на ее полюсе. Планету считать однородным шаром с плотностью вещества *ρ* = 2,5·103 кг/м3, гравитационная постоянная *G =*6,67·10-11 Н·м2/кг2.

**Возможное решение:**

Силы, действующие на тело на полюсе и на экваторе, изображены на рисунке, где  и – ускорения, вызываемые силой тяжести;

и  – силы реакции опор, на которых покоится тело. Поскольку планета представляет собой однородный шар, ускорения и различаются только направлением, а модули их совпадают:

. (1)

Для тела, покоящегося на полюсе, сила тяжести и сила реакции опоры уравновешены и его вес по величине равен

. (2)

Тело, находящееся на экваторе, движется по окружности, радиус которой равен радиусу планеты . Следовательно, сила тяжести и сила реакции опоры не уравновешены и по второму закону Ньютона

или

,

где - угловая скорость вращения планеты. Поэтому вес тела на экваторе по величине равен

. (3)

По условию

или

,

откуда

. (4)

С другой стороны,

,

где – масса планеты. Отсюда следует, что.

. (5)

Учитывая, что период вращения планеты

получаем

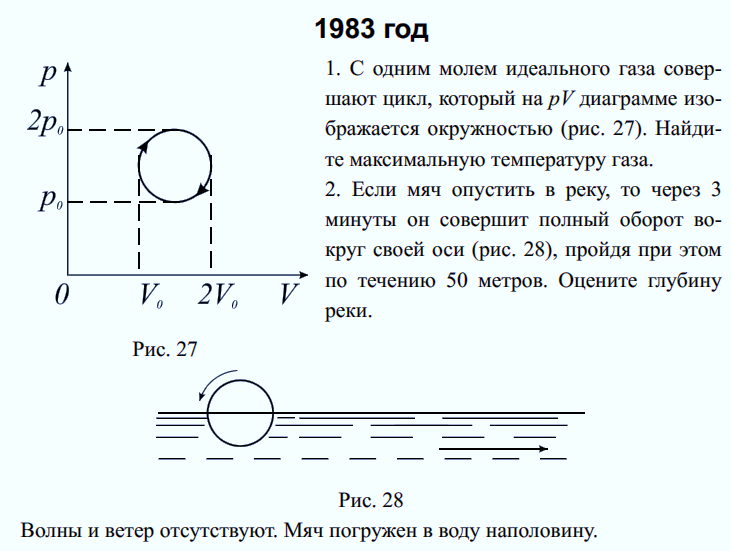
Вычисления:

**Ответ:** .

**Критерии оценивания:**

1. Сделан рисунок и введены обозначения – **1 балл**
2. Найден вес тела, покоящегося на полюсе (2) – **1 балл**
3. Найден вес тела, покоящегося на экваторе (3) – **2 балла**
4. Получено выражение для угловой скорости (4) – **1 балл**
5. Получено выражение (5) – **2 балла**
6. Получена формула для периода вращения планеты вокруг своей оси (6) – **2 балла**
7. Вычислен период вращения планеты вокруг своей оси – **1 балл**

**Задача №2 (10 баллов)**

Пройдя по течению реки 50 м, мячик сделал полный оборот вокруг своей оси за 3 минуты, оставаясь все время погруженным в реку наполовину. Движение происходило в безветренную погоду и при отсутствии волн. Оцените глубину реки, если скорость течения линейно изменяется по глубине.

**Возможное решение:**

Мяч вращается из-за того, что скорость течения линейно меняется по глубине реки. У поверхности реки она максимальна, обозначим это значение v, а у дна реки близка к нулю. Поэтому можно записать, что v = *kh*, где *h* – расстояние от дна реки, а *k* – коэффициент пропорциональности. Тогда скорость воды в нижней точке мяча *u* = *k*(*h – r*), где *r* – радиус мяча. Перейдем в систему отсчета, связанную с центром мяча. В этой системе отсчета скорость нижней точки мяча направлена противоположно скорости течения и равна

Мяч совершит полный оборот за время

и пройдет при этом по течению расстояние

*l* = v*t*.

Отсюда получаем:

Таким образом,

**Ответ:** глубина реки

**Критерии оценивания:**

1. Установлен характер зависимости скорости течения от глубины – **1 балл**.
2. Найдена скорость в нижней точке мяча – **2 балла**.
3. Осуществлен переход в подвижную систему отсчета, связанную с центром мяча, и применен закон сложения скоростей – **2 балла**.
4. Записано выражение для нахождения времени полного оборота – **2 балла**.
5. Записано выражение для расстояния, пройденного мячом по течению – **1 балл**.
6. Записано выражение, связывающее глубину реки с расстоянием, пройденным мячом по течению, и получен правильный числовой ответ – **2 балла**.

**Задача №3 (10 баллов)**

Находясь на берегу, спортсмен делает 20 вдохов в минуту, потребляя при каждом вдохе V0= 2,5 л воздуха при давлении 100 кПа и температуре 27°С. Погружаясь под воду, он берет с собой баллоны для акваланга со сжатым воздухом объемом V = 20 л. Какова разность времени пребывания спортсмена на глубинах 5 м и 25 м, если потребляемая им масса воздуха остается такой же, как и без акваланга. Универсальная газовая постоянная равна 8,31 Дж/(моль·К), плотность воды 1000 кг/м3, молярная масса воздуха 29 г/моль, температуру считать постоянной и равной 27°С.

**Возможное решение:**

Пусть – масса воздуха, расходуемая человеком за время = 1 мин.

где *N*=20 – количество вдохов в минуту, , М = 29·10-3 кг/моль, Т =290 К.

Масса воздуха, расходуемая человеком за время :

Масса воздуха, расходуемая человеком за время :

Давление воздуха на глубине :

Давление воздуха на глубине:

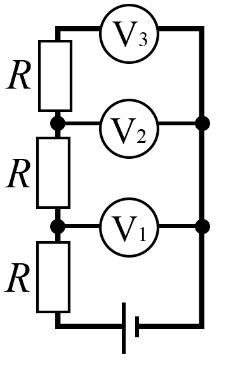
Скорость расходования воздуха постоянна:

отсюда

**Ответ:** .

**Критерии оценивания:**

1. Из уравнения состояния определена масса воздуха, расходуемая за τ0 без акваланга – **2 балла**
2. Из уравнения состояния определена масса воздуха, расходуемая за τ1, τ2 – **2 балла**
3. Применена формула для нахождения давления воздуха на глубине – **2 балла**.
4. Определено время нахождения на глубине – **2 балла**.
5. Получена верная формула для определения разности времени пребывания на разных глубинах – **1 балл**
6. Произведен правильный числовой расчет и дан верный ответ– **1 балл**.

**Задача №4 (10 баллов)**

При проведении лабораторного практикума учащимися была собрана электрическая цепь. Данная электрическая цепь включает в себя источник тока, три одинаковых резистора, сопротивлением *R* каждый; три одинаковых вольтметра, сопротивлением *r* (см рисунок). Вольтметры показывают напряжение *U*1, *U*2, *U*3. Показания первого вольтметра 12 В, а третьего 10 В. Какое напряжение показывает второй вольтметр?

**Возможное решение:**

По закону Ома, напряжения на вольтметрах равно:

*U*1= *rI*1 (1)

*U*2= *rI*2 (2)

*U*3= *rI*3 (3)

Из условия последовательного соединения элементов цепи, напряжение на втором вольтметре равно:

*U*2= *U*3+*U*R3 (4)

А напряжение на третьем резисторе:

*U*R3 = *I*3*R* (5)

Из (4) и (5) следует, что

*U*2= *U*3+*I*3*R* (6)

Из (3) и (6) следует

Из условия последовательного соединения элементов цепи, напряжение на первом вольтметре равно:

*U*1= *U*2+*U*R2, (8)

Напряжение на втором резисторе равно:

*U*R2 = (*I*2+*I*3)*R*  (9)

Из (8) и (9) получаем

*U*1 = *U*2+(*I*2+*I*3)*R* (10)

Из (2) и (3) и (10) следует, что

Из (7) и (11) получаем:

Решая квадратное уравнение, получим:

Подставляя значения, получаем: *U*2 = 10,7 В

**Ответ:** *U*2=10,7 В

**Критерии оценивания:**

1. Записан закон Ома для напряжений на вольтметрах (1), (2), (3) – **1 балл**
2. Получена формула для напряжения на втором вольтметре (4) – **2 балла**
3. Получена формула для напряжения на первом вольтметре (8) – **1 балл**
4. Получена формула для напряжения на втором резисторе (9) – **1 балл**
5. Получено квадратное уравнение для напряжений (12) – **3 балла**
6. Решено квадратное уравнение для напряжений (13) – **1 балл**
7. Вычислено напряжение на втором вольтметре – **1 балл**

**Задача №5 (10 баллов)**

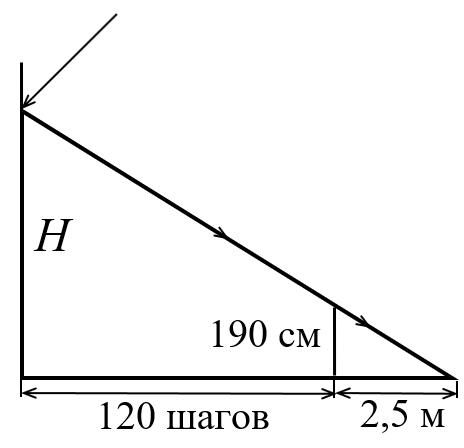
Прогуливаясь по улице вдоль многоэтажного дома параллельно одной из его стен, прохожий, рост которого 190 см, заметил отражение солнца в панельных окнах 15-го этажа. Он сделал 370 шагов по 60 см каждый, а солнце тем временем прошло слева направо через 40 окон. Прохожий остановился и обратил внимание, он отбрасывает перпендикулярно дороге тень, равную ширине дороги, т.е. 2,5 м. Затем прохожий повернулся на 90 градусов, сделал 120 шагов по прямой и зашел домой – в комнату 3 м высотой и 5 м шириной, имеющей единственное окно, занимающее всю стену целиком. Определите толщины стен и межэтажных перекрытий в этом здании, погрешностью вычислений можно пренебречь.

**Возможное решение:**

1. Расстояние, пройденное вдоль дома вследствие прямолинейного распространения света равно расстоянию между крайними окнами, в которых видно отражение. Отсюда расстояние между соседними окнами равно:

*S* равно сумме ширины комнаты и ширины стены. Выходит, толщина стен составляет

𝑑1 = 5,55 м − 5 м = 55 см.

2. Высота 15-го этажа определяется из рассмотрения подобных треугольников, образуемых (см.рисунок): один – телом прохожего, наблюдаемым отражённым лучом света и проекцией этого луча на горизонтальную плоскость, а другой – лучом, его проекцией и стеной дома.

Из подобия

Высота одного этажа с перекрытием составит:

Вычитая высоту комнаты, получим толщину межэтажных перекрытий:

𝑑2 = 3,77 м − 3 м = 77 см.

**Критерии оценивания:**

1. Указано, что перемещение вдоль дома равно перемещению отражения солнца – **1 балл**
2. Найдено расстояние между соседними окнами – **2 балла**
3. Найдена толщина стен – **1 балл**
4. Для нахождения высоты 15 этажа используется подобие соответствующих треугольников (в работе имеется рисунок либо словесное описание) – **2 балла**
5. Найдена высота одного этажа – **2 балла**
6. Найдена толщина межэтажных перекрытий – **2 балла**