СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

2017/18 учебного года

ФИЗИКА

9 класс

**Задача 1.**

Пассажирский поезд едет со скоростью *v*0. По соседним путям его обгоняет электричка, скорость которой *v* = 90 км/ч. Машинист электрички заметил, что он проехал мимо поезда за *t*1 = 70 секунд. На обратном пути электричка и поезд снова встретились. Теперь машинист электрички по своим часам определил, что время прохождения электрички мимо поезда оказалось равным *t*2 = 10 c. Определите скорость поезда.

**Возможное решение:**

Пусть *l* – сумма длин электрички и поезда. Именно на такое расстояние смещается поезд относительно электрички, когда проходит мимо нее. В первом случае:

,

где  – скорость электрички относительно поезда в первом случае. Во втором случае:

.

Приравнивая полученные выражения для *l* и выражая *v*0, получим:

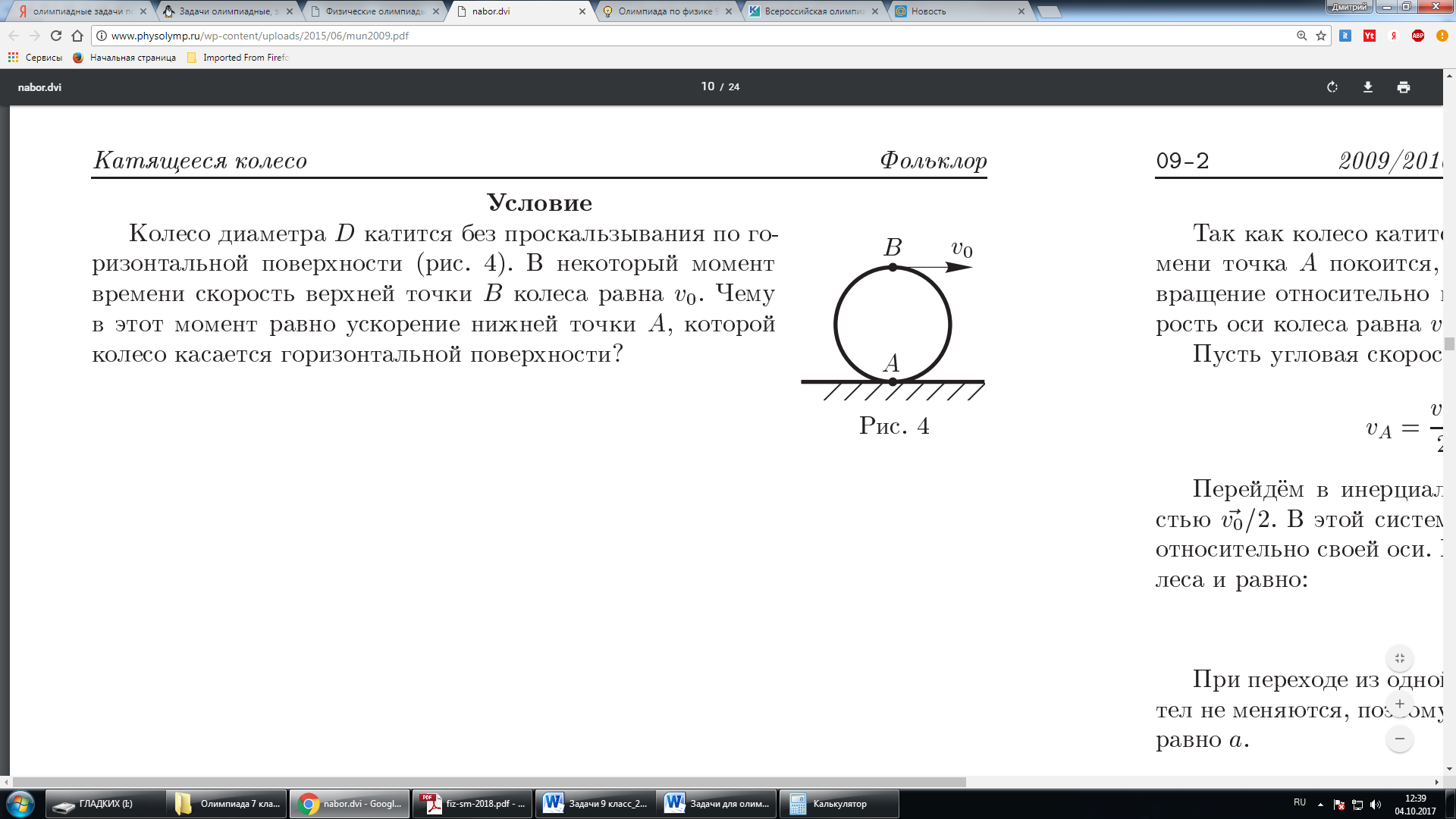
.

**Ответ:** скорость поезда 67,5 км/ч.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполняемого задания** | **Баллы** |
| Записано выражение для *l* в первом случае | 3 |
| Записано выражение для *l* во втором случае | 3 |
| Получено выражение для скорости поезда | 2 |
| Вычислено значение скорости поезда | 2 |
| **Итого** | **10** |

**Задача 2.**



Колесо радиуса *R* катится без проскальзывания по гладкой горизонтальной поверхности (см. рис.). В некоторый момент времени скорость верхней точки колеса оказалась равной *v*0. Чему в этот момент равно ускорение нижней точки, в которой колесо соприкасается с поверхностью?

**Возможное решение:**

Т.к. колесо катится без проскальзывания, то в указанный момент времени точка *А* покоится, а движение колеса представляет собой мгновенное вращение вокруг нее. Тогда, если скорость точки *В* равна *v*0, то скорость оси колеса равна *v*0/2.

Обозначим угловую скорость колеса – , тогда скорость нижней точки равна

,

откуда

.

Перейдем в инерциальную систему отсчета, движущуюся со скоростью . В этой системе отсчета колесо вращается с угловой скоростью  относительно своей оси. Поэтому ускорение точки *А* направлено к центру колеса и равно:

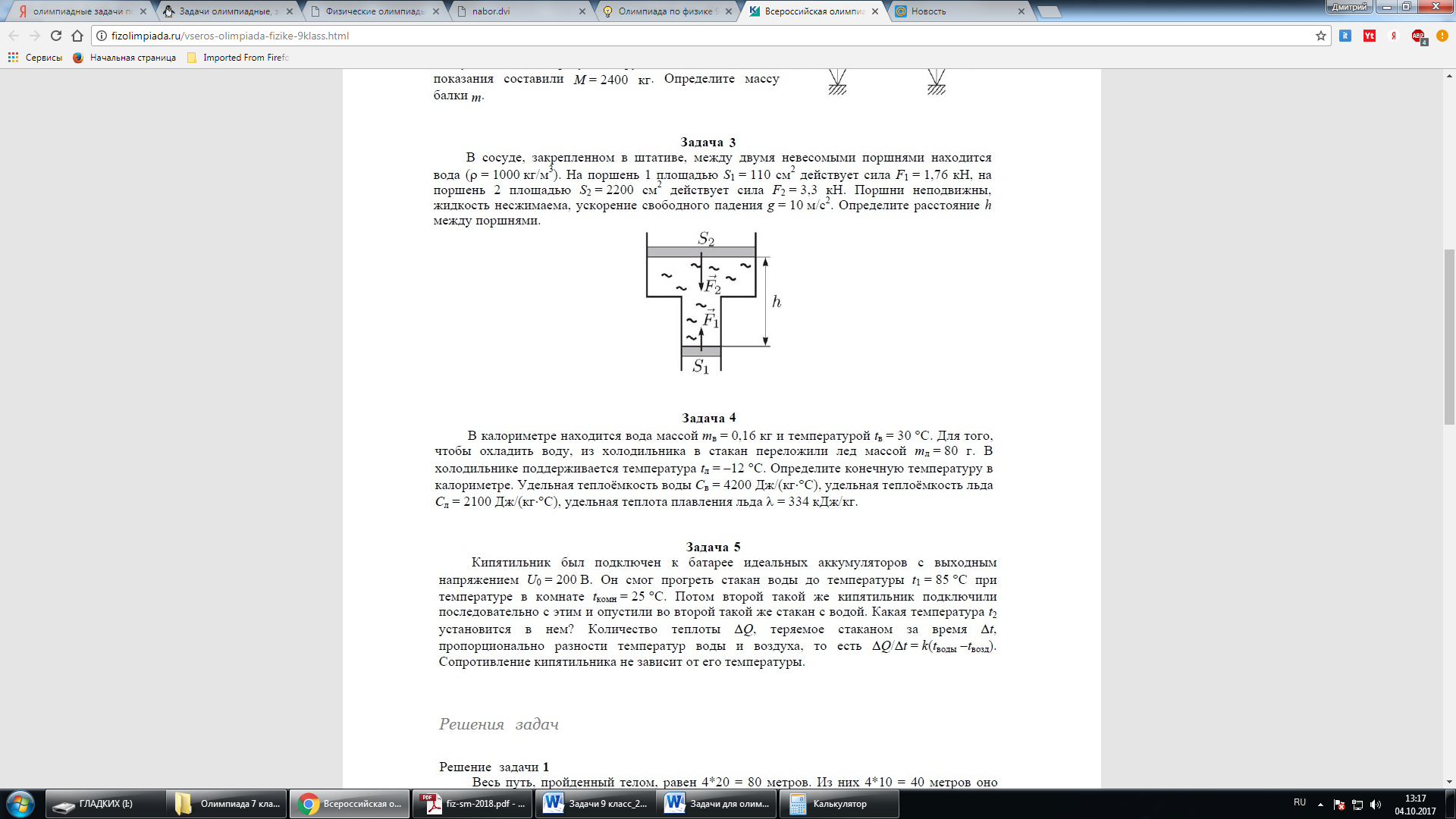
.

При переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую ускорения тел не меняются, поэтому в исходной системе отсчета ускорение точки *А* так же равно *а*.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполняемого задания** | **Баллы** |
| Найдена скорость оси колеса | 2 |
| Определена угловая скорость | 2 |
| Рассмотрена идея перехода в другую инерциальную систему отсчета | 3 |
| Определено ускорение в исходной системе отсчета | 3 |
| **Итого** | **10** |

**Задача 3.**

В сосуде между двумя поршнями находится вода ( = 1000 кг/м3). На нижний поршень площадью *S*1 = 110 см2 действует сила *F*1 = 1,815 кН, на второй поршень массой 11 кг и площадью *S*2 = 220 см2 действует сила *F*2 = 3,3 кН. Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения *g* = 10 м/с2, нижний поршень можно считать невесомым. Определить расстояние между поршнями.

**Возможное решение:**

Давление жидкости на уровне верхнего поршня равно

.

Давление жидкости на уровне нижнего поршня

.

Разность давлений равно гидростатическому давлению, т.е.  (*h* – расстояние между поршнями). Отсюда выражаем h

.

**Ответ:** расстояние между поршнями равно 1 м.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполняемого задания** | **Баллы** |
| Определено давление на уровне верхнего поршня | 2 |
| Определено давление на уровне нижнего поршня | 2 |
| Предложена идея о том, что разность давлений на уровнях поршней равна гидростатическому давлению | 4 |
| Определено расстояние между поршнями | 2 |
| **Итого** | **10** |

**Задача 4.**

В сосуде с водой плавает кусок льда массой *m* = 0,7 кг. Система находится в тепловом равновесии. Сколько теплой воды при температуре *t* =40 ºC нужно добавить в сосуд, чтобы объем выступающей из воды части льда уменьшился в *n* = 3 раза? Удельная теплота плавления льда *λ* = 334 кДж/кг, удельная теплоемкость воды *св* = 4200 Дж/(кг·ºС).

**Возможное решение:**

Пусть в воде плавает кусок льда массы *m*, при этом над водой находится часть его объема *V*. Тогда объемы всего кусочка льда и его погруженной части соответственно равны:



В состоянии равновесия сила Архимеда, действующая на погруженную часть льда, уравновешивается силой тяжести:

,

откуда

.

Окончательно получаем:

.

Как видно из последнего выражения, уменьшение объема выступающей части в *n* раз соответствует уменьшению массы куска льда во столько же раз.

Предположим, что *mв* – масса добавленной теплой воды. Также отметим, что после установления теплового равновесия в сосуде остается лед. Это значит, что добавленная вода остывает до температуры *t*0 = 0 ºC. Из условия теплового баланса:

.

Отсюда находим:

.

**Ответ:** необходимо добавить 0,93 кг теплой воды.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполняемого задания** | **Баллы** |
| Найдены объемы всего куска льда и его погруженной части | 1 |
| Написано условие плавания куска льда | 2 |
| Определен объем выступающей части куска льда | 2 |
| Написано уравнение теплового баланса для льда и воды | 2 |
| Вычислена масса добавленной воды | 3 |
| **Итого** | **10** |

**Задача 5.**

У сообразительного экспериментатора был стрелочный вольтметр, позволяющий измерять напряжение до *U*1 = 5 В. Методом проб и ошибок экспериментатор установил, что если с вольтметром последовательно подключить резистор сопротивлением 25 кОм, то тогда этот же вольтметр можно будет использовать для измерения напряжений до *U*2 = 30 В. С целью дальнейшего усовершенствования вольтметра экспериментатор определил, что если параллельно вольтметру подключить резистор (шунт) с сопротивлением *R* = 50 Ом, то получившийся прибор позволяет измерять также и силу тока. Какое максимальное значение силы тока *I*max можно будет измерить данным прибором?

**Возможное решение:**

Обозначим внутреннее сопротивление вольтметра как *r*. Запишем закон Ома для участка цепи с вольтметром:

,

где *I*1 – максимальная сила тока, протекающего через вольтметр при отклонении стрелки на всю шкалу.

После подключения добавочного сопротивления получаем

.

Решая совместно написанные уравнения, найдем:

.

При подключении к вольтметру шунта получим

,

или, с учетом первого уравнения

.

**Ответ:** максимальное значение силы тока .

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполняемого задания** | **Баллы** |
| Записан закон Ома для участка цепи с вольтметром | 2 |
| Записан закон Ома при подключении добавочного сопротивления | 2 |
| Вычислено значение сопротивления вольтметра | 2 |
| Записано выражение для  при подключении шунта | 2 |
| Вычислено значение максимальной силы тока | 2 |
| **Итого** | **10** |