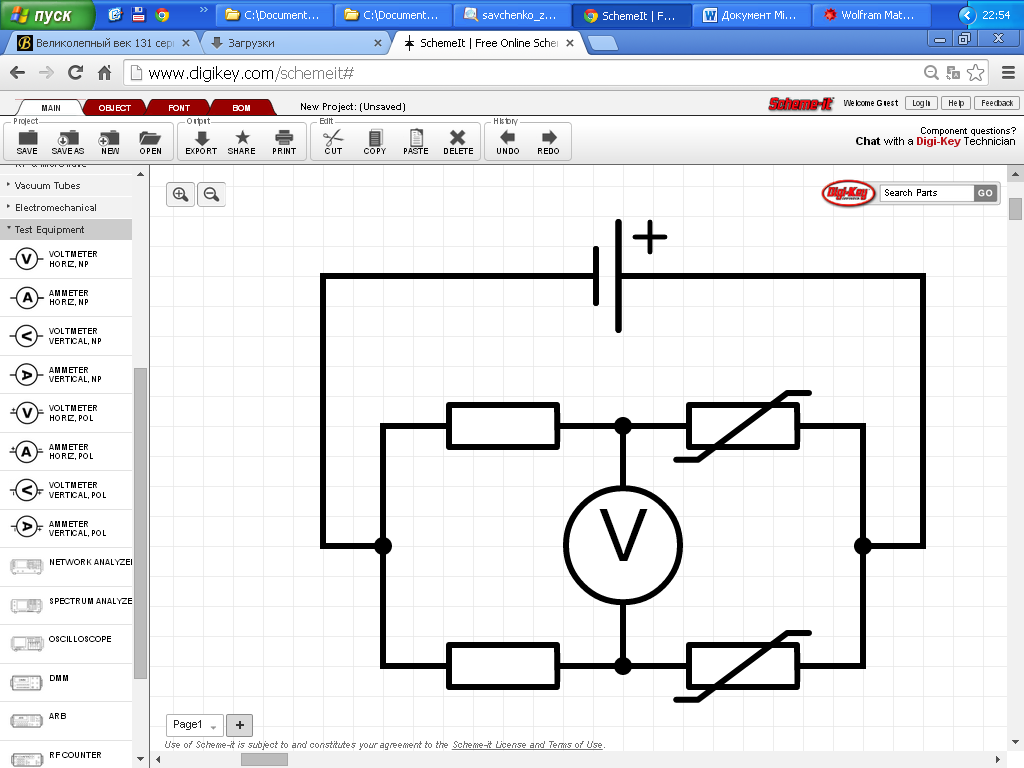
**Задача № 1. “Хитрая цепь”**

Электрическая цепь состоит из двух одинаковых резисторов с сопротивлением и двух варисторов с вольт-амперными характеристиками и . К ним подключен источник постоянного напряжения, а между ними включен вольтметр (см. рисунок). Будем далее считать, что , , . Вольтметр и источник считаем идеальными.

1. (8 класс, 2.5 балла) Выразите напряжение на вольтметре через , , и напряжение источника. Найдите показание вольтметра при напряжении .
2. (9 класс, 1 балл) Каким должно быть напряжение источника, чтобы вольтметр показывал нулевое напряжение?

© SchemeIt (digikey.com/schemeit)

1. (9 класс, 2 балла) Определите тепловую мощность цепи как нагревателя при напряжении . В каком элементе цепи выделяется больше всего тепла?
2. (10 класс, 1 балл) Эта цепь является нелинейной, поэтому становится интересно, как она себя ведет на малых напряжениях. Найдите предел отношения при .
3. (11 класс, 1 балл) В результате серии экспериментов источник и вольтметр вышли из строя. Источник убрали, а цепь включили в сеть переменного тока с действующим напряжением и частотой . Вольтметр же заменили диодом. Какую часть времени по диоду будет течь ток, если между сетью и цепью включить еще один диод? При малых напряжениях первый диод открыт.
4. (11 класс, 2.5 балла) Для дальнейшего исследования этой цепи решили купить трансформатор. Он оказался весьма хорошим: при напряжениях, с которыми работали, его КПД . Оба диода убрали, а трансформатор установили в режим, при котором он давал напряжение при частоте . Оцените количество теплоты , которое выделяется в цепи за период; а также мощность , потребляемую из сети (если правильно сделать оценку, результат будет весьма точным).

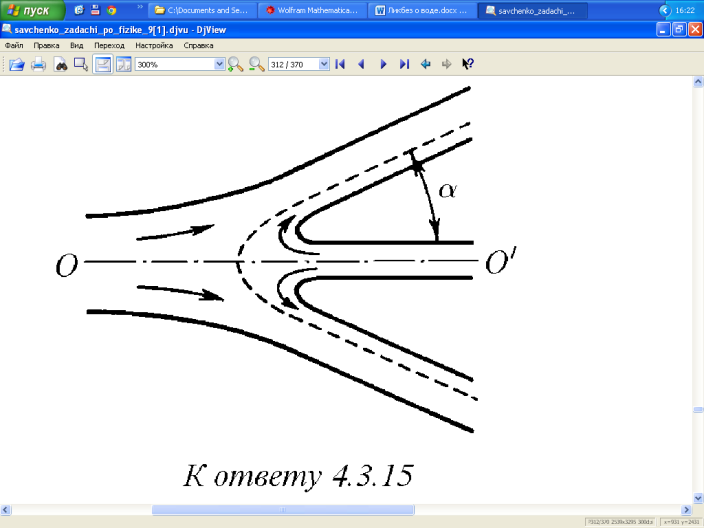
**Задача № 2. “Небесная механика”**

Небесная механика – это наука, которая изучает движение небесных тел (планет, звезд, астероидов и т.д.). В этой задаче необходимо провести некоторые расчеты касательно движения тел вблизи Земли. Для решения необходимы значения некоторых природных констант. Гравитационная постоянная , масса земли , ее радиус . Влиянием атмосферы Земли, ее вращением, несферичностью и неоднородностью, а также притяжением других небесных тел в этой задаче пренебрегаем. Далее под словом “тело” подразумеваем материальную точку.

1. (8 класс, 1 балл) Первая космическая – это скорость , с которой тело обращалось бы по круговой орбите вблизи поверхности Земли, если бы у нее не было атмосферы. Вторая космическая – это минимальная скорость , получив которую на поверхности Земли, тело могло бы покинуть ее. Выразите и через , и и найдите их численные значения.
2. (8 класс, 1 балл) Пусть тело брошено со скоростью под углом к горизонту. Выразите через , , , и следующие величины: ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли, наибольшую высоту подъема тела, дальность и время его полета.
3. (8 класс, 0.5 балла) При каком наблюдается максимальная дальность полета при фиксированных остальных параметрах?
4. (9 класс, 1 балл) Рассмотрим теперь движение тела по круговой орбите. Выразите полную механическую энергию тела, обращающегося вокруг Земли по круговой орбите радиуса через природные константы, массу тела и радиус обращения.
5. (9 класс, 0.5 балла) Докажите, что при движении по круговой орбите отношение кинетической энергии тела к его потенциальной энергии постоянно: . Найдите коэффициент .
6. (9 класс, 1 балл) Выразите период обращения тела по круговой орбите вблизи поверхности Земли через природные константы и найдите его численное значение.
7. (10 класс, 1.5 балла) Если телу на поверхности Земли придать скорость такую, что , то тело полетит по эллипсу, в одном из фокусов которого будет находиться центр Земли. Телу сообщают скорость по касательной к поверхности Земли. Выразите через , и большую и малую полуоси такого эллипса, его эксцентриситет , а также максимальное расстояние между центром Земли и телом.
8. (10 класс, 3 балла) Если телу сообщить скорость, близкую ко второй космической, то оно будет все больше отдаляться от Земли. Телу сообщили радиально скорость, меньшую второй космической на величину . Определите максимальное расстояние между центром Земли и телом. Оцените время его полета.
9. (9 класс, 0.5 балла) Если сообщить телу скорость, большую или равную второй космической, тело сможет покинуть Землю навсегда. У траекторий тела при таком движении есть специальные названия. Как называется траектория тела, если его полная механическая энергия в точности равна нулю? Больше нуля?

**Задача № 3. “Ликбез о воде”**

Вода – одно из самых важных веществ на Земле. Она покрывает более 71% суши, являясь одним из ключевых соединений, необходимых для существования жизни. В этой задаче мы будем рассматривать ее физические свойства, считая ее несжимаемой. Необходимые для этого данные: плотность , динамическая вязкость , поверхностное натяжение . В пунктах 1-7 пренебрегайте вязкостью и поверхностным натяжением воды.

1. (8 класс, 1 балл) В цилиндрический сосуд площадью сечения , расположенный вертикально, наливают воду так, что высота ее уровня равна . Затем в дне проделывают отверстие площадью . Найдите скорость изменения уровня воды в сосуде, считая его широким (т.е. ).
2. (10 класс, 1.5 балла) Найдите ускорение уровня воды в сосуде (см. пункт 1), считая его не широким, а высоким (т.е. ).
3. (9 класс, 0.5 балла) Может ли давление в воде быть отрицательным? Если нет, то что этому мешает?
4. (9 класс, 1 балл) Всасывающий насос – это прибор, который поднимает воду, создавая разряжение сверху. Нагнетательный насос – это прибор, который поднимает воду, создавая область повышенного давления снизу. Ограничена ли высота подъема жидкости в каждом из случаев? Если да, найдите максимальную высоту подъема жидкости. Атмосферное давление , давление насыщенных паров воды при данной температуре , ускорение свободного падения .
5. (9 класс, 1.5 балла) Насос перекачивает воду из одного водоема в другой. На входе в насос скорость воды , а на выходе . Площадь выходного отверстия . Выразите перепад давления, образуемый насосом, а также его полезную мощность , через , и . Уровень выходного отверстия совпадает с уровнем воды в первом водоеме.
6. (9 класс, 0.5 балла) Выходное отверстие подняли по сравнению с начальным положением на высоту (см. пункт 5), при этом скорость жидкости не изменилась. Выразите через , , и новый перепад давления и новую полезную мощность насоса.
7. (9 класс, 2 балла) Две цилиндрические струи, радиусы сечения которых и , движутся навстречу друг другу с одинаковой скоростью . Оси струй совпадают. Известно, что сформировавшаяся струя представляет собой конус (см. рисунок). С какой скоростью будет двигаться вода в этом конусе? Найдите угол между осью конуса и его образующей. Силы тяжести не учитывайте.
8. (10 класс, 1 балл) Как известно, в пузыре давление несколько больше, чем атмосферное. Найдите, на какую величину давление в пузыре радиуса больше атмосферного.
9. (10 класс, 1 балл) Когда тело движется в воде, на него действует сила сопротивления . Небольшая гладкая сфера радиуса движется в воде со скоростью . Выразите через , и . Найдите ее численное значение при и .