

## 2013-2014 учебный год, заключительный тур

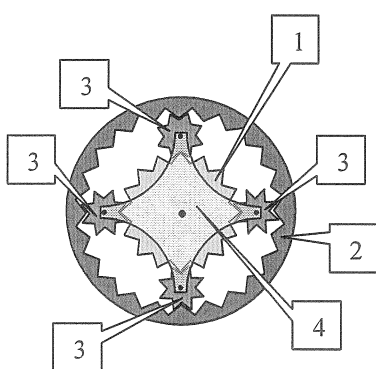
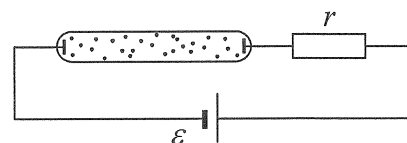
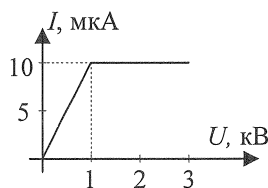
1. Светофор создает автомобильную «пробку». При включении красного и зеленого сигнала на одинаковое время (время горения желтого – мало) средняя (за несколько периодов включения-выключения светофора) скорость перемещения машин в «пробке» составила  $v = 1$  м/с. При этом скорость движения каждой машины (когда она ехала) составляла  $u = 6$  м/с. В чем причина отличия средней скорости перемещения машин в «пробке» от половины скорости их движения? Во сколько раз вырастет средняя скорость машины в «пробке» при увеличении скорости их движения в 2 раза? Считать, что поток машин «не перемешивается», все водители – дисциплинированы, и трогаются, когда стоящая впереди машина уже поехала; машины либо движутся со скоростью  $u$  (или  $2u$  во втором случае), либо стоят.

2. Температура на улице  $t_0 = -20^\circ\text{C}$ . Если в доме с кирпичными стенами включить нагреватель, через некоторое время в доме устанавливается температура  $t_1 = 1^\circ\text{C}$ . Какой будет температура в доме, если внешнюю поверхность стен обложить теплоизолирующим материалом, толщина которого в 15 раз меньше толщины кирпича, а коэффициент теплопроводности в 10 раз меньше коэффициента теплопроводности кирпича? Мощность нагревателя и температура на улице не менялись. Где выгоднее располагать теплоизолятор для лучшего сохранения тепла – внутри или снаружи дома и почему? Считать, что потери тепла происходят только через стены. Указание. Количество тепла  $q$ , переносимого в единицу времени через единицу площади тонкого слоя толщиной  $\Delta x$ , одна поверхность которого поддерживается при температуре  $t_1$ , вторая – при температуре  $t_2$ , определяется законом:  $q = \lambda(t_2 - t_1)/\Delta x$ , где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности (закон Фурье).

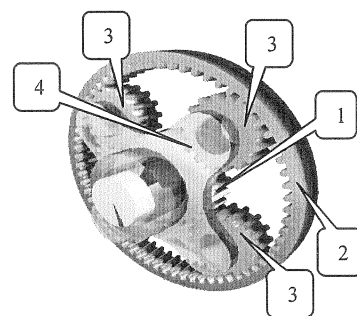
3. Однородная балка массы  $m$  имеет длину  $l$  и толщину  $h = l/8$ . Левый нижний угол балки соединен с вертикальной стеной шарниром, верхний левый угол прикреплен к стене горизонтальным тросом. Определить силу давления балки на ось шарнира.



4. Вольтамперная характеристика газового разряда дана на графике. Газовую трубку с последовательно соединенным сопротивлением  $r = 3 \cdot 10^8$  Ом подключают к источнику постоянной ЭДС  $\varepsilon = 6$  кВ. Найти напряжение на трубке. Сопротивлением источника пренебречь.



5. Планетарная передача (см. рисунок и схему) состоит из центральной (солнечной) шестерни (1 на рисунке), внешней (коронной) шестерни (2) и трех-четырёх шестерен-спутников (3), которые соединены друг с другом с помощью водила (4) и могут вращаться вокруг своей оси каждая и все вместе вокруг солнечной шестерни, вращая водило. Такая передача позволяет передавать мощность от солнечной шестерни на коронную и водило в разных пропорциях. Передачи такого типа используются в дифференциалах автомобилей или автоматических коробках передач. Пусть радиус солнечной шестерни –  $R$ , внутренний радиус коронной шестерни –  $2R$ , угловая скорость солнечной шестерни  $\omega$ , коронной –  $4\omega$ , коронная и солнечная шестерни вращаются в одном направлении. Найти угловые скорости вращения шестерен-спутников вокруг своих осей и угловую скорость водила. Какой будет угловая скорость водила, если угловая скорость солнечной шестерни  $\omega$ , а коронная шестерня заблокирована? Какой будет угловая скорость коронной шестерни, если угловая скорость солнечной шестерни  $\omega$ , а водило заблокировано?



6. Плавкий предохранитель представляет собой кусочек проволоки, который плавится, если сила тока через него превышает значение  $I = 1$  А. Оценить, при каком токе перегорит предохранитель, изготовленный из проволоки того же материала, но с втрое большей длиной, и вчетверо большим

диаметром. Считать, что теплоотдача пропорциональна разности температур проволоки и окружающей среды и площади поверхности проволоки.