

Министерство образования Республики Башкортостан
Республиканский детский образовательный технопарк
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Кафедра «Общая физика»

XXIII Республиканская техническая олимпиада «Шаг в будущее»

Направление «Прикладная физика»

Заочный этап

Уфа, 2017-2018 учебный год

1. При перелёте с орбитальной станции «Мир» на станцию «Салют-7» наши космонавты затормозили свой корабль, перешли с основной орбиты на более низкую, промежуточную орбиту и за время $t=30$ часов нагнали «Салют-7», который летел впереди «Мира» по основной орбите на расстоянии $L=3000$ км. После этого они, разогнав корабль, снова поднялись на основную орбиту и состыковались с «Салютом-7». Считая орбиты круговыми, определите, на сколько километров промежуточная орбита ниже основной. Высоты орбит много меньше радиуса Земли.

2. В боковой стенке цилиндра имеется небольшое отверстие, закрытое пробкой. Цилиндр заполняют водой и плотно закрывают крышкой, через которую пропущена трубка. Воздух в цилиндре сообщается с атмосферой только через трубку, щели отсутствуют. Длина трубки такова, что её нижний конец находится в воде выше отверстия в стенке цилиндра, а верхний конец сообщается с атмосферой. Пробку из отверстия в боковой стенке вынимают, и из него начинает вытекать вода. Через некоторое время поток воды из отверстия стабилизируется, и вода начинает течь с постоянной скоростью. Найдите давление воздуха P , находящегося в цилиндре, в тот момент, поверхность воды опустится до расстояния $h=5$ см выше нижнего конца трубки. Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³, атмосферное давление $P_0=100\,000$ Па, ускорение свободного падения $g=9,8$ м/с².

3. Для передачи большого количества теплоты широко применяют так называемую тепловую трубу. Из трубы откачан воздух и ее оба конца герметично замкнуты. Внутренние стенки трубы выложены пористым материалом (стекловолокном), пропитанным легко испаряющейся жидкостью (рис.1). Один конец трубы находится в источнике тепла, другой - в теплоприемнике. Какой процесс происходит в трубе?



Рис.1.

4. В магнитогазодинамических генераторах тока внутренняя энергия газа непосредственно преобразуется в электрическую энергию. Ток в генераторе создается следующим образом. Струя плазмы (так называется газ, нагретый до столь высокой температуры, что электроны отрываются от молекул и атомов и образуются положительные ионы) направляется в промежуток между двумя пластинами, находящимся в сильном магнитном поле (рис.2), при этом между пластинами создается напряжение. Объясните причину его возникновения. Укажите направление тока в цепи генератора при указанном на рисунке направлении магнитного поля.

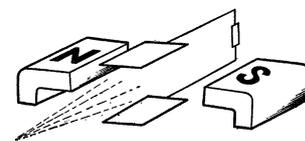


Рис.2.

5. Если облучать медную пластину пучком однозарядных ионов Ag^+ , ускоренных разностью потенциалов $U=1000$ В, то происходит интенсивное распыление меди с поверхности пластины. Однако пучок электронов, ускоренных той же разностью потенциалов, никакого распыления не вызывает. Почему так происходит? Ответ обоснуйте количественно. Чтобы выбить атом меди из кристаллической решётки, ему надо сообщить энергию не менее $E_0=3,5$ эВ.

6. Предложите способ, как можно измерить массу груза (более 1 кг), имея следующее оборудование: динамометр с пределом шкалы 4 Н, прочную тонкую капроновую нить длиной 1 м, миллиметровую бумагу, штатив с кронштейнами. Грузом является бутылка с насыпанным в нее песком. Опишите эксперимент и приведите формулы для расчетов.

7. Оцените (найдите приближенно) отношение силы сопротивления воздуха к силе тяжести для пули, вылетевшей из ствола пистолета. Скорость пули $v = 500$ м/с, её диаметр $d = 7$ мм, масса пули $m = 9$ г. Плотность воздуха $\rho = 1,3$ кг/м³.

8. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, вольтметр и батарейка идеальные. Диод при включении в обратном направлении не пропускает ток, а при включении в прямом направлении открывается при напряжении U_0 (вольтамперная характеристика диода приведена на графике в условии предыдущей задачи). Что показывает вольтметр в этой цепи? Что он будет показывать, если изменить полярность включения диода?

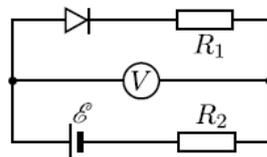


Рис.3.

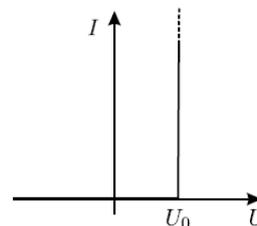


Рис.4. Вольтамперная характеристика диода

9. Частота ротора электродвигателя постоянного тока, включенного в цепь батареи с ЭДС 24 В, при полном сопротивлении цепи 20 Ом равна 600 об/мин при токе в цепи 0,2 А. Какую ЭДС разовьет тот же двигатель, работая в качестве динамо-машины с частотой 1200 об/мин?

10. Известно, что если в листочке темной бумаги аккуратно проколоть маленькое отверстие, то через это отверстие можно рассматривать мелкие объекты с увеличением в несколько раз. Объясните это явление.

Максимальная оценка по каждой задаче – 10 баллов. Максимальная суммарная оценка за 10 задач – 100 баллов.