

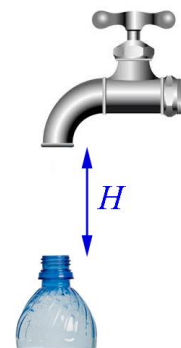
11 класс

Задача оценивается в 5 баллов при полном решении и правильном ответе в указанных в условии единицах. Если требуется найти несколько величин, то их значения приводятся в ответе через точку с запятой. Числовой ответ, если иное не оговорено в условии, округляется до трёх значащих цифр. Например, полученное расчётом число 328,51 округляется до 329; 2,003 – до 2,00; 5,0081 – до 5,01; 0,60135 – до 0,601 и т.д. Ответ (округлённый) нужно внести в таблицу. При невыполнении любого из требований за задачу ставится 0 баллов. Без представления таблицы работа не проверяется.

1. В Институте ядерной физики г. Новосибирска в декабре 2015 года был получен рекордный протонный пучок со значением тока  $I = 5$  мА и кинетической энергией протонов  $E = 2$  МэВ ( $2 \cdot 10^6$  электрон-вольт). "Длина" пучка  $L = 7,5$  м. Чему равно число протонов в пучке? Ответ округлите до двух значащих цифр.

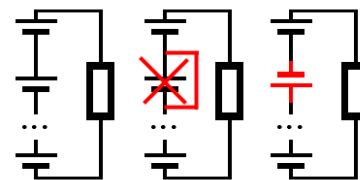
*Комментарий:* Имеется в виду «рекордность» в сочетании параметров «энергия + ток» именно для протонного пучка.

2. Горлышко бутылки с внутренним диаметром  $D = 1$  см находится на расстоянии  $H = 10$  см ниже водопроводного крана, внутренний диаметр носика которого  $D_0 = 2$  см. Центры горлышка бутылки и носика крана находятся на одной вертикали. При каком максимальном расходе воды  $Q_0$  (в л/с) вся вода будет попадать в бутылку? Ускорение свободного падения  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>. Считать течение воды спокойным (ламинарным).



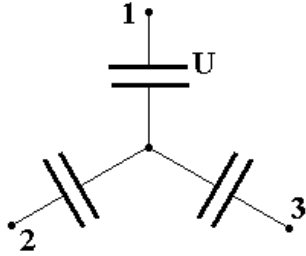
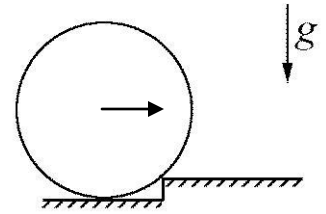
3. Начинающие спортсмены играют в настольный теннис «на тычках». При этом ракетка всегда сталкивается с шариком, двигаясь навстречу ему, а плоскость ракетки перпендикулярна к направлению скорости. Скорость подлетающего к спортсмену шарика  $V = 10$  м/с, скорость ракетки -  $U = 3$  м/с. Какую энергию (в джоулях) теряет шарик за один перелет между спортсменами, если его масса  $m = 2,7$  г? Ответ округлите до двух значащих цифр.

4. Несколько одинаковых батареек соединены последовательно. При этом в нагрузке с сопротивлением  $R = 3$  Ом выделяется мощность  $P_0 = 38,9$  Вт. Если одну батарейку убрать, мощность становится  $P_1 = 32,1$  Вт. Если одну батарейку перевернуть, мощность будет  $P_2 = 17,3$  Вт. Найти количество батареек и ЭДС  $\mathcal{E}$  каждой. Ответ округлите до двух значащих цифр.



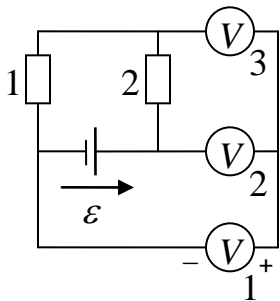
5. Плоскую поверхность напыляют, направляя на нее разреженный поток частиц двух типов. Одни имеют массу  $m_1$ , а другие –  $m_2$ . Концентрация частиц в потоке (число частиц в единице объема) равны  $N_1$  и  $N_2$ , соответственно. Из эксперимента известно, что при попадании частиц на поверхность удерживается каждая десятая частица массой  $m_1$  и каждая вторая частица массы  $m_2$ . Скорости частиц одинаковы. Определить, какой процент массы поступающих частиц остается на поверхности, если  $m_1/m_2 = 4$  и  $N_1/N_2 = 0,2$ . Взаимодействием частиц друг с другом пренебречь.

6. Колесо радиуса  $R$  катится по гладкой горизонтальной поверхности и «налетает» на уступ высоты  $h < R$ . При каком отношении величины  $h$  к  $R$  колесо подпрыгнет на максимальную высоту? Удар об уступ упругий, трением между колесом и уступом при ударе пренебречь. Ускорение свободного падения  $g$ .



7. Один из трех одинаковых конденсаторов, соединенных в одной точке, заряжен до напряжения  $U = 300$  В. Два других конденсатора вначале не заряжены. Свободные концы выводов конденсаторов начинают соединять проводниками попарно на некоторое время: 1 и 2, затем 2 и 3, затем 3 и 1, снова 1 и 2, и так далее. Какое количество энергии (в джоулях) перейдет в тепло после большого количества соединений? Емкость одного конденсатора  $C = 100$  мкФ.

8. В гладкой горизонтальной трубе внутреннего сечения  $S = 100$  см<sup>2</sup>, изготовленной из непроводящего материала, на расстоянии  $L = 1$  см находятся два поршня одинаковой массы  $m = 20$  г. Поршни имеют одинаковые по величине, но противоположные по знаку заряды  $Q = 0,35 \cdot 10^{-6}$  Кл ( $0,35$  мкКл). Между поршнями находится газообразный гелий, а снаружи - вакуум. Между поршнями происходит электрический разряд, в результате чего они полностью разряжаются. Какой будет конечная скорость поршней (в м/с) при их дальнейшем разлете? Трением пренебречь. Система теплоизолирована. Ответ округлите до двух значащих цифр.



9. Схема состоит из идеальной батареи с ЭДС  $\varepsilon = 21$  В, двух сопротивлений (1 и 2) и трех одинаковых вольтметров (1, 2 и 3) с достаточно большим внутренним сопротивлением. Первый вольтметр показывает напряжение  $V_1 = 9$  В, его полярность показана на рисунке. Какое напряжение показывают второй и третий вольтметры? Во сколько раз сопротивление второго резистора больше сопротивления первого?

10. В вертикально закрепленной открытой сверху и снизу трубе расположены 4 одинаковых металлических шарика. Верхний находится на высоте 10 м над нижним краем трубы, второй на 80 см ниже, третий на 2,4 м ниже второго, четвертый на 4 м ниже третьего. Шарiki удерживаются тонкими спичками, вставленными в стенки трубы. Спичку под верхним шариком убирают, он падает и ударяется о второй, при этом ломается вторая спичка. Далее при ударах следующие спички также ломаются и перестают удерживать шарiki. Какие скорости будут иметь первый и второй шарiki к моменту, когда нижний шарик достигнет нижнего края трубы? Ускорение силы тяжести принять равным  $10$  м/с<sup>2</sup>. Соударения шариков упругие. Размерами шариков, потерями энергии при разрушении спичек, сопротивлением воздуха, трением между шариками и стенками пренебречь.

11. Вместо 11-й задачи представьте заполненную таблицу ответов. Если задача не решена, оставьте строку пустой. Будьте внимательны, так как при неправильном или неполном ответе в таблице решение уже не проверяется!

№ задачи	Ответ
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	