

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.

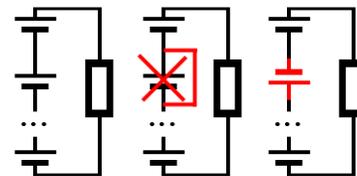
Комментарий: Имеется в виду «рекордность» в сочетании параметров «энергия + ток» именно для протонного пучка.

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/с². Считать течение воды спокойным (ламинарным).



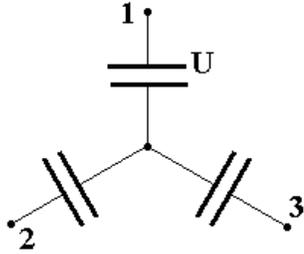
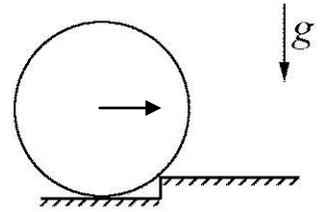
3. Начинающие спортсмены играют в настольный теннис «на тычках». При этом ракетка всегда сталкивается с шариком, двигаясь навстречу ему, а плоскость ракетки перпендикулярна к направлению скорости. Скорость подлетающего к спортсмену шарика $V = 10$ м/с, скорость ракетки - $U = 3$ м/с. Какую энергию (в 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.



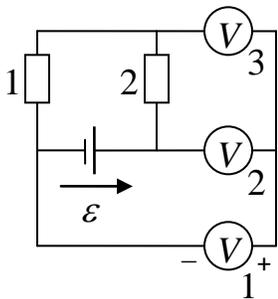
5. Плоскую поверхность напыляют, направляя на нее разреженный поток частиц двух типов. Одни имеют массу m_1 , а другие – m_2 . Концентрация частиц в потоке (число частиц в единице объема) равны N_1 и N_2 , соответственно. Из эксперимента известно, что при попадании частиц на поверхность удерживается 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 $S = 100$ см², 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. Шарики 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 шарики. Какие скорости будут иметь первый и второй шарики к моменту, когда нижний шарик достигнет нижнего края трубы? Ускорение силы тяжести принять равным 10 м/с². 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 строчку 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.	