

Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2024/25 год, онлайн-этап, третий тур

1. На участке бобслейной трассы санки движутся с постоянным тангенциальным ускорением по криволинейной траектории. В начале участка скорость санок $V_0 = 5$ [м/с]. После прохождения на этом участке пути длиной S скорость санок $V_1 = 10$ [м/с].

Найдите скорость санок в тот момент, когда пройденный санками путь был равен $k \cdot S$, здесь $k = 0,7$. Ответ приведите в [м/с] с округлением до десятых.

$$\frac{v}{v_0} (v - v_0) + \frac{1}{2} \Delta v = \Delta s$$

2. К левому концу легкой нити, переброшенной через гладкую горизонтальную трубу, подвешен груз массы $m = 120$ [г], по правой части нити скользит с постоянной относительно нити скоростью кольцо массы $m/2$.

Найдите силу трения, действующую на кольцо. Ускорение свободного падения 10 [м/с²]. Нить свободно скользит по трубе. Ответ приведите в [Н] с округлением до десятых.

$$F_{\text{тр}} = \frac{m g}{2}$$

3. Какую мощность P развивают двигатели ракетной системы «Saturn-5»—«Apollo-11», медленно поднимающейся над стартовой позицией? Масса системы $M = 3000$ [т], скорость истечения газов $U = 2,6$ [км/с]. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². В ответе укажите целое число [ГВт].

$$P = M g U$$

4. В лифте, движущемся вниз по вертикали со скоростью $V = 0,5$ [м/с], к потолку прикреплена пружина, на которой висит груз. Удлинение пружины $\Delta L = 9$ [см].

Найдите амплитуду A колебаний смещения груза после резкой остановки лифта. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ приведите в [см] с округлением до десятых.

$$\frac{1}{2} \Delta L = A + V$$

5. Один моль одноатомного идеального газа медленно сжимают так, что число соударений молекул со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени не изменяется.

Найдите работу A внешних сил над газом в рассматриваемом процессе к тому моменту, когда температура газа уменьшилась на $|\Delta T| = 140$ К. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К). Ответ приведите в [Дж] с округлением до целых.

$$A = 0,5 R |\Delta T|$$

6. Заряд Q однородно распределен по сфере радиуса R . В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают шарик с зарядом q . Сила, с которой заряженная сфера действует на шарик, $F_1 = 12$ [мкН]. Во втором опыте этот заряд q однородно распределяют по стержню длины $L = R$, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

Найдите силу F_2 , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень. В ответе приведите целое число [мкН]. Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Распределение заряда на сфере и стержне не изменяется.

$$\int_{\mathcal{V}} \frac{\rho}{r^2} = \zeta_{\mathcal{V}}$$

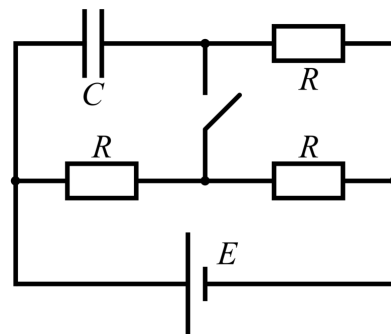
7. Отрицательный точечный заряд находится на расстоянии $b = 0,6$ [м] от бесконечной проводящей плоскости.

На каком расстоянии от точечного заряда поверхностная плотность заряда, индуцированного на плоскости, в $n = 8$ раз меньше максимальной? Ответ приведите в [м] с округлением до десятых.

$$q \cdot \frac{1}{\epsilon} = \sigma$$

8. В электрической цепи, схема которой приведена на рисунке, ключ в переключателе разомкнут. Ток и напряжения в цепи не изменяются со временем. Ключ замыкают. Сразу после замыкания ключа в цепи рассеивается мощность $P_1 = 90$ [Вт]. Через достаточно большой промежуток времени токи и напряжения перестают изменяться со временем. Ключ размыкают.

Какая мощность P_2 будет рассеиваться на резисторах цепи сразу после размыкания ключа? Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало по сравнению с R . В ответе укажите целое число [Вт].



$$\int_{\mathcal{V}} \frac{\rho}{r^2} = \zeta_{\mathcal{V}}$$

9. Приводное колесо велосипедной динамо-машинки прижато к шине катящегося без проскальзывания колеса. Якорь велосипедной динамо-машинки, содержащий $N = 1900$ витков, каждый площадью $S = 4$ [см²], вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,02$ [Тл]. Диаметр приводного колеса динамо-машинки $d = 2$ [см].

С какой по величине v скоростью должен ехать велосипедист, чтобы лампочка в фаре велосипеда, рассчитанная на действующее значение напряжения $U_d = 2,8$ [В], светилась нормальным накалом при работе динамо-машинки? Ответ приведите в [м/с] с округлением до десятых.

$$\frac{SBN\omega}{R} = \alpha$$

10. Камень брошен под углом α к горизонту, $\operatorname{tg} \alpha = 0,8$. Точка старта находится на высоте $H = 5$ [м] над горизонтальной площадкой. В процессе полета высота, на которой находится камень, растет, достигает максимума, а затем убывает до нуля. В момент падения камня на площадку вектор скорости камня образует с горизонтом угол β такой, что $\operatorname{tg} \beta = 1,3$.

Найдите горизонтальное перемещение мяча за время полета. Ускорение свободного падения $g = 10$ [м/с²]. Ответ приведите в [м] с округлением до целого числа.

$$\frac{v \sin \alpha - g \sin \alpha}{H} = S$$