



Вступительный экзамен по физике
(демо-версия)
11 класс

Для решения следующих задач выделено 90 минут. Каждая задача оценивается максимум в 10 баллов, а итогом является сумма баллов за лучшие 10 решений.

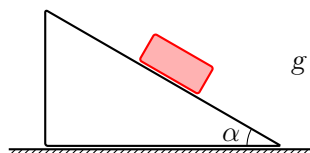
Справочные данные:

- $g = 10 \text{ Н/кг}$,
- плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$,
- постоянная в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
- масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$,
- элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

1. Тело, брошенное с горизонтальной поверхности земли со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, дважды проходит высоту $h = 2,5 \text{ м}$. На каком расстоянии находятся точки прохождения этой высоты?
2. Два тела равномерно движутся по прямым, пересекающимся под углом α (см. рисунок). Скорости тел одинаковы и равны v . В некоторый момент времени тела находились в точках O_1 и O_2 , находящихся на расстоянии L . Через какое время после этого расстояние между телами будет наименьшим и каково будет это расстояние?

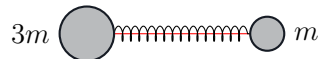


3. Радиус Марса $R = 3400 \text{ км}$. Спутник Фобос обращается вокруг него по круговой орбите радиуса $r = 9400 \text{ км}$ с периодом $T = 7 \text{ ч } 39 \text{ мин}$. Найдите по этим данным первую космическую скорость v_1 для Марса.
4. Призма находится на горизонтальной поверхности шероховатого стола. На поверхность призмы, наклоненную под углом α к горизонту, положили брусок массой m и отпустили. Он стал соскальзывать, а призма осталась в покое. Коэффициент трения скольжения между бруском и призмой μ . Найдите величину и направление силы трения между призмой и столом.

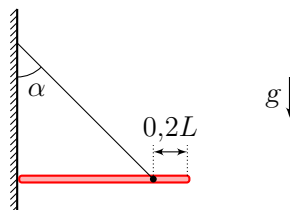


5. Мальчик съезжает на санках без начальной скорости с горки высотой $H = 5 \text{ м}$ по кратчайшему пути и приобретает у подножия горки скорость $v = 6 \text{ м/с}$. Какую минимальную работу необходимо затратить, чтобы втащить санки массой $m = 7 \text{ кг}$ на горку от её подножия, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горки? Горка имеет вид наклонной плоскости.

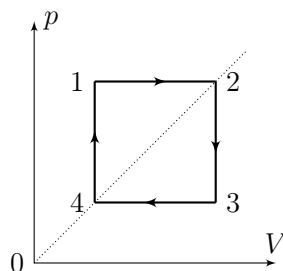
6. Шарики массами m и $3m$ связаны нитью; между ними вставлена легкая пружина жесткостью k , сжатая на величину x_0 . Система движется с некоторой скоростью вправо вдоль прямой, проходящей через центры шариков. Нить пережигают, и скорость шарика массой m увеличивается в 7 раз. Найдите начальную скорость шариков.



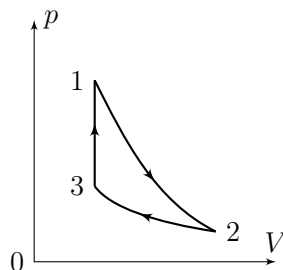
7. Однородный стержень массой $M = 1$ кг, упирается в вертикальную стену и удерживается нитью в горизонтальном положении равновесия так, как показано на рисунке. Нить образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью. Найдите силу натяжения нити. При каких значениях коэффициента трения μ между стержнем и стеной такое равновесие возможно?



8. На диаграмме зависимости давления p от объёма V для некоторой массы идеального газа две изобары и две изохоры пересекаются в точках 1, 2, 3 и 4 (см. рисунок). Найдите температуры газа T_1 и T_3 в точках 1 и 3, если точки 2 и 4 лежат на прямой, проходящей через начало координат, а температуры газа в этих точках равны T_2 и T_4 соответственно.

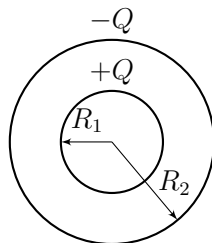


9. При изотермическом сжатии 9 г водяного пара при температуре $T = 373$ К его объём уменьшился в три раза, а давление возросло вдвое. Найдите начальный объём пара.
10. Моль идеального одноатомного газа совершает замкнутый цикл, состоящий из адиабатического расширения, изотермического сжатия и изохорического нагревания. Какая работа была совершена газом в адиабатическом процессе, если в процессе изохорного нагревания газу подвели тепло $Q = 10$ кДж?

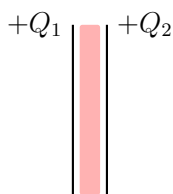


11. Сложный агрегат состоит из двух тепловых двигателей, имеющих КПД η_1 и η_2 . Второй двигатель не имеет собственного источника тепла, но ему передаётся всё тепло, выделяемое первым двигателем. Определите КПД агрегата.

12. Два одинаковых маленьких заряженных шарика, подвешенных на нитях равной длины $L = 20$ см в одной точке, разошлись в воздухе на угол $\alpha = 60^\circ$. Найдите массу каждого шарика, если заряд каждого шарика $q = 0,4$ мкКл.
13. Две концентрические сферы радиусами R_1 и R_2 несут на себе электрические заряды $+Q$ и $-Q$, равномерно распределённые по их поверхностям (см. рисунок). Найдите разность потенциалов ($\varphi_1 - \varphi_2$) между ними. Постройте график зависимости напряжённости $E(r)$ потенциала $\varphi(r)$ электрического поля, создаваемого сферами, от расстояния r от центра сфер.



14. Между двумя близко расположенными равномерно заряженными пластинами с зарядами $+Q_1$ и $+Q_2$ параллельно им помещают незаряженную металлическую пластину (см. рисунок). Какой заряд будет индуцирован на левой и правой поверхностях пластины?



15. Протон влетает в плоский конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $v_0 = 10$ км/с. Напряжённость поля в конденсаторе $E = 8$ В/м, длина конденсатора $L = 6$ см. Найдите величину и направление скорости протона в момент вылета его из конденсатора. Силой тяжести пренебречь. Считайте, что электрическое поле между пластинами конденсатора однородно и все его пределов отсутствует.