



**Демонстрация заданий вступительных испытаний
по физическому профилю
10 класс**

Экзамен включает в себя разделы: физика (40 баллов), собеседование (20 баллов).

Длительность письменного экзамена: 180 минут – физика.

Во время экзамена разрешено использовать: черновик, калькулятор.

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 60 баллов.

Физика

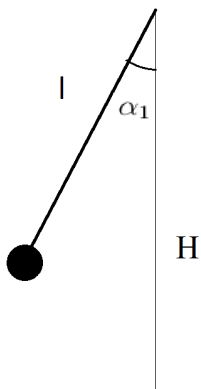
Задача 1 (6 баллов)

Маленькое тело массы m подвешено на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 1,0$ м. Верхний конец нити закреплён в точке O , находящейся на высоте $h = 2,0$ м над горизонтальной поверхностью.

Тело плавно отводят в сторону так, что нить образует с вертикалью угол α_1 , и отпускают без начальной скорости.

В некоторый момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha_2 = 30^\circ$ (на подъёме после прохождения нижнего положения), нить внезапно обрывается.

Известно, что горизонтальное расстояние s между положением тела в момент обрыва нити и точкой, где тело упало на пол, равно $s = 1,5$ м. Соппротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с². Найдите:





1. высоту тела над полом в момент обрыва нити; (1 балл)
2. модуль скорости тела в момент обрыва нити; (2 балла)
3. угол первоначального отклонения α_1 (ответ дайте в градусах с точностью до 1°).
(3 балла)

Задача 2 (4 балла)

На горизонтальном шероховатом столе по одной прямой навстречу друг другу скользят два бруска:

- левый брусок имеет массу $m_1 = 2,0$ кг;
- правый брусок имеет массу $m_2 = 1,0$ кг.

Перед столкновением они движутся с одинаковыми по модулю скоростями v_0 . Удар абсолютно упругий. Коэффициент трения скольжения одинаков для обоих брусков и равен $\mu = 0,20$. Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с².

Оказалось, что левый брусок после удара проскользил до полной остановки путь $s_1 = 0,40$ м.

1. Найдите модуль скорости правого бруска сразу после удара. (2 балл)
2. На какое расстояние s_2 проскользит после удара правый брусок до полной остановки? (2 балла)

Задача 3 (3 балла)

Из пушки, расположенной на горизонтальной поверхности, выстреливают снаряд массой $2m$ со скоростью $v_0 = 20$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Соппротивлением воздуха пренебречь, $g = 10$ м/с².

В наивысшей точке траектории снаряд взрывается и распадается на два одинаковых осколка массой m каждый. В результате взрыва:

- один осколок сразу после взрыва полностью теряет скорость (его скорость становится равной нулю) и далее падает вертикально вниз;
- второй осколок продолжает движение по инерции.



Считайте, что взрыв происходит за пренебрежимо малое время, а влиянием тяжести на сам процесс взрыва можно пренебречь.

Найдите:

1. модуль скорости второго осколка сразу после взрыва; (1 балла)
2. во сколько раз увеличивается суммарная кинетическая энергия системы «два осколка» сразу после взрыва по сравнению с кинетической энергией невзорвавшегося снаряда в верхней точке траектории; (1 балл)
3. на каком расстоянии от пушки упадет второй осколок. (1 балл)

Задача 4 (4 балла)

В калориметре находится кусочек льда при температуре 0°C . Лёд начинают плавить с помощью электрического нагревателя мощностью $P_1 = 320$ Вт. Оказалось, что в течение первых $t_1 = 3$ мин 20 с температура в калориметре всё время остаётся равной 0°C , но в момент времени сразу после этого начинает расти.

В этот же момент мощность нагревателя уменьшают до $P_2 = 175$ Вт. Сколько времени пройдёт с момента включения нагревателя до того момента, когда вода впервые нагреется до температуры 50°C ? (3 балла)

Какое количество теплоты Q будет отдано нагревателем за всё это время? (1 балл)

Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,2 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К). Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Задача 5 (6 баллов)

Однородный деревянный брусок длиной $L = 1,0$ м и массой $M = 2,0$ кг лежит горизонтально на двух опорах, расположенных точно под его концами (под левым и правым концом бруска). К бруску жёстко прикреплен небольшой металлический цилиндр, сделанный из неизвестного материала. Точка крепления цилиндра находится на расстоянии $a = 0,30$ м от левого конца бруска.

Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с², плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³.

Изначально силы реакции, возникающие от левой и правой опор, равны $N_1 = 17$ Н, $N_2 = 13$ Н. Затем всю систему поместили в большой сосуд с водой так, что брусок с



цилиндром полностью погружается в воду, но по-прежнему покоится на тех же опорах. Теперь силы реакции оказались равны $N'_1 = 9,2 \text{ Н}$, $N'_2 = 6,8 \text{ Н}$.

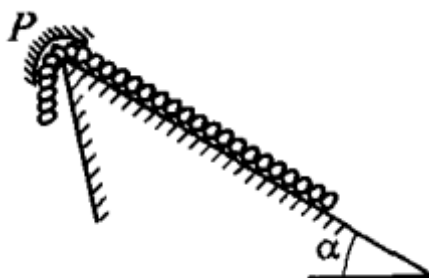


1. найдите массу цилиндра m , ответ выразите в кг; (2 балла)
2. найдите объём цилиндра V , ответ выразите в м^3 ; (3 балла)
3. определите плотность материала цилиндра ρ , ответ выразите в $\text{кг}/\text{м}^3$. (1 балл)

Задача 6 (7 баллов)

Цепочку длиной $L = 4,0 \text{ м}$ и массой $m = 8,0 \text{ кг}$ удерживают на наклонной плоскости, как показано на рисунке. В начальном положении участок цепочки длиной $l_0 = 2,0 \text{ м}$ лежит на наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, а остальная часть верёвки свисает вертикально вниз с другой стороны плоскости. Коэффициент трения скольжения между верёвкой и плоскостью равен $\mu = 0,25$.

Верёвку отпускают из состояния покоя. Под действием силы тяжести свисающая часть верёвки начинает опускаться, а участок верёвки на плоскости — подниматься вверх по плоскости. Движение продолжается до момента, когда последний элемент верёвки перестаёт касаться плоскости, а сама верёвка оказывается расположенной в пространстве вертикально.





Найдите:

1. Модуль работы силы трения за всё время движения; (4 балла)

2. Модуль наибольшей за весь процесс силы трения, действующей на участок верёвки, лежащий на плоскости (то есть силу трения, действующую на оставшийся на плоскости кусок верёвки в тот момент, когда её часть ещё соприкасается с плоскостью). (3 балла)

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

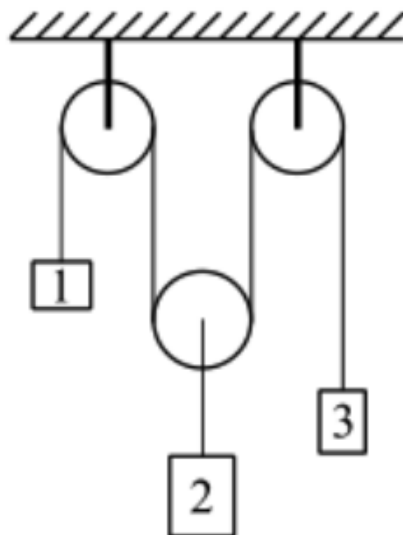
Задача 7 (4 балла)

В системе, показанной на рисунке, массы грузов равны соответственно $m_1 = 1,0 \text{ кг}$, $m_2 = 2,0 \text{ кг}$, $m_3 = 3,0 \text{ кг}$. Первоначально систему удерживают, затем отпускают. Грузы приходят в движение. Начальные скорости всех грузов нулевые. Массы блоков и нитей по сравнению с массой грузов пренебрежимо малы. Нерастяжимые нити свободно скользят по блокам. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Найдите:

1. силу натяжения нити T_3 , прикрепленной к грузу 3; (2 балла)

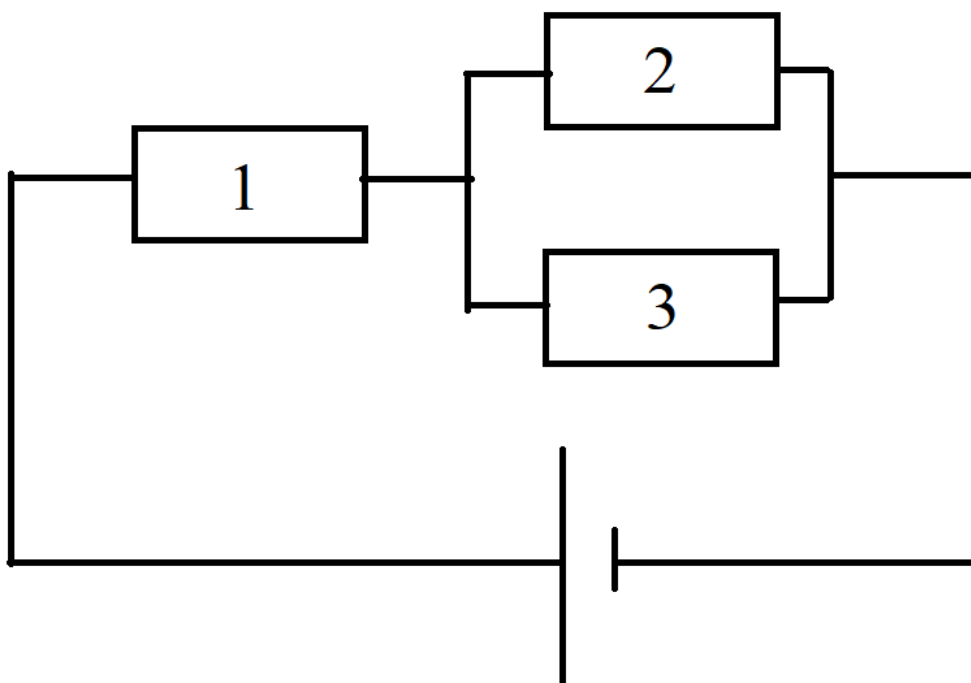
2. ускорение груза m_1 . (2 балла)





Задача 8 (6 баллов)

В цепи, представленной на рисунке, идеальный источник с ЭДС $\varepsilon = 12$ В подключён к резистору R_1 и параллельной ветви, содержащей резистор R_2 и нелинейный элемент (обозначен цифрой 3). Сопротивления резисторов равны $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом. ВАХ нелинейного элемента задаётся уравнением $I_3 = \left(\frac{U_3}{6}\right)^2$, где U_3 — напряжение на нелинейном элементе (в вольтах), I_3 — ток через него (в амперах). Сопротивлением проводов пренебречь.



1. Найдите напряжение U на параллельной ветви (на резисторе R_2 и нелинейном элементе). (3 балла)
2. Найдите силу тока I , протекающего через источник. (1 балл)
3. Найдите ток через нелинейный элемент. (1 балл)
4. Найдите мощность, выделяющуюся на резисторе R_2 . (1 балл)

Ответы и баллы

Физика

Номер задания	Правильный ответ	Балл
1	$h_{\text{обр}} \approx 1,13 \text{ м}$ $v_{\text{обр}} \approx 2,74 \text{ м/с}$ $\alpha_1 \approx 61$	6
2	$ v_{2f} \approx 6,3 \text{ м/с}$ $s_2 = 10 \text{ м}$	4
3	$u = 20\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 28,3 \text{ м/с}$ в 2 раза $x_1 = 20 \text{ м}, x_2 = 60 \text{ м}$	3
4	$t = 7 \text{ мин } 20 \text{ с}$ $Q = 1,06 \cdot 10^5 \text{ Дж}$	4
5	$m = 1,0 \text{ кг}$ $V = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ $\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$	6
6	$ A_{\text{тр}} = 5\sqrt{3} \text{ Дж} \approx 8,7 \text{ Дж}$ $F_{\text{тр}}^{\text{max}} = 5\sqrt{3} \text{ Н} \approx 8,7 \text{ Н}$	7
7	$T_3 = 12 \text{ Н}$ $a_1 = 2 \text{ м/с}^2 \text{ вверх}$	4
8	$U = 6 \text{ В}$ $I = 3 \text{ А}$ $I_3 = 1 \text{ А}$ $P_{R2} = 12 \text{ Вт}$	6