

## Новосибирский государственный университет

## ФИЗИКА

## Письменный экзамен

## Физический факультет

Каждый вариант состоял из задач трех типов.

Первые три задачи – расчетные, различной степени трудности: от почти стандартных до сравнительно сложных, требующих смекалки, глубоких знаний, умения разобраться в непривычной или усложненной ситуации.

Четвертая задача – задача-оценка. Для ее решения необходимо разобраться в рассматриваемом физическом явлении, сформулировать простую (так как нужна только достаточно грубая оценка) физическую модель этого явления, выбрать разумные числовые значения физических величин и, наконец, получить численный результат, более или менее соответствующий реальности. В тексте задачи подчеркивается, что абитуриент может сам выбрать необходимые для решения задачи величины и их числовые значения.

Пятая задача – задача-демонстрация, при решении которой необходимо объяснить физическое явление, демонстрируемое в аудитории. Среди различных факторов, влияющих на процесс, необходимо выделить главный.

## Вариант 1

1. Вертикальный, хорошо проводящий тепло цилиндр высотой  $H$  перекрывают поршнем. В дне цилиндра имеется широкое отверстие, заклеенное бумагой, которая рвется при перепаде давлений  $\Delta p$ . На поршень медленно насыпают песок. Найдите, с какой скоростью поршень ударится о дно цилиндра после разрыва бумаги. Атмосферное давление  $p_0$ . Ускорение свободного падения  $g$ .

2. В замкнутом цилиндрическом теплоизолированном сосуде под подвижным тяжелым поршнем находится гелий, а над поршнем – вакуум. Затем гелий начинает просачиваться в верхнюю часть сосуда через маленький зазор. Найдите установившуюся температуру газа, когда поршень опустится на дно сосуда. Начальная температура газа  $T_0$ . Теплоемкостью цилиндра и поршня пренебречь.

3. По наклонной плоскости в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  соскальзывает шайба массой  $m$ , имеющая заряд  $q$ . Плоскость установлена под углом  $\alpha$  к горизонту, вектор магнитного поля перпендикулярен плоскости. Найдите установившуюся скорость шайбы. Коэффициент трения между шайбой и плоскостью  $\mu$ . Ускорение свободного падения  $g$ .

4. В аудитории вылили на пол ведро воды. Оцените, какой объем воздуха будет вытеснен из помещения, когда вся вода испарится.

5. Оптическая система, состоящая из двух линз, создает на экране яркое пятно. Если попытаться перекрыть свет тонким стержнем вблизи любой из линз, то изображение практически не изменится. Если же провести стержнем в определенном месте между линзами, то в некоторый момент изображение полностью исчезнет. Объясните явление.

## Вариант 2

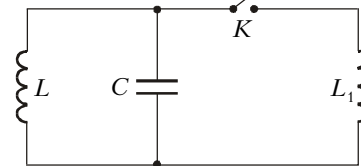
1. Точечные тела с массами  $m_1$  и  $m_2$ , имеющие разноименные заряды  $+q$  и  $-q$ , находятся на расстоянии  $R$  друг от друга. С какой силой надо тянуть тело массой  $m_2$ , чтобы расстояние между телами при движении не изменялось?

2. В цилиндрическом сосуде под поршнем массой  $m = 50$  кг и площадью  $S = 1$  дм<sup>2</sup> в равновесии находятся вода

и воздух при температуре  $t_1 = 100$  °С. Высота поршня над поверхностью воды  $H = 20$  см. На какое расстояние опустится поршень, если температуру внутри понизить до  $t_2 = 7$  °С? Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Давлением пара воды при 7 °С пренебречь.

3. В момент, когда в колебательном контуре из катушки индуктивностью  $L$  и конденсатора емкостью  $C$  ток достиг максимального значения  $I$ , замыкают ключ  $K$ , подсоединив катушку индуктивностью  $L_1$ , как показано на рисунке 1. Определите максимальный ток в катушке индуктивностью  $L_1$ .

Рис. 1



4. Оцените механическую мощность, которую в спокойном состоянии развивает ваше сердце.

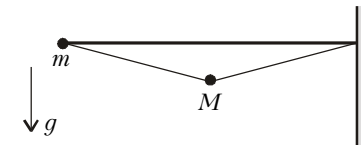
5. Закрытая пробирка, на дне которой закреплен груз, медленно всплывает в узкой вертикальной трубке, заполненной водой. Если же пробирку перевернуть грузом вверх, то она не всплывает. Объясните результат эксперимента.

## Вариант 3

1. Тело после броска с поверхности земли через время  $t_1$  упруго отскакивает от вертикальной стенки и падает на землю еще через время  $t_2$ . Найдите высоту точки удара.

2. В стене укреплен горизонтальный стержень, по которому без трения может двигаться бусинка массой  $m$ . Бусинка соединена со стеной нитью длиной  $2L$ , к середине которой прикреплен груз массой  $M$ , как показано на рисунке 2. Вначале нить натянута. Грузы отпускают. Какие скорости наберут груз и бусинка перед ударом о стену? Ускорение свободного падения равно  $g$ . Размерами тел пренебречь.

Рис. 2



3. Металлический поршень помещен в трубу из диэлектрика, площадь сечения которой  $S$ . По обе стороны от поршня труба перекрыта металлическими пластинами  $A$  и  $B$ , соединенными проводником, как показано на рисунке 3. Труба заполнена газом. Вначале давление по обе стороны поршня  $p_0$ , а расстояния между поршнем и пластинами  $d$ . Поршню сообщают электрический заряд  $q$ , а обоим металлическим пластинам вместе – противоположный заряд  $-q$ , так что суммарный заряд системы нулевой. Найдите все положения равновесия поршня. Трением пренебречь, температуру считать постоянной. Расстояние  $d$  мало по сравнению с размерами пластин.

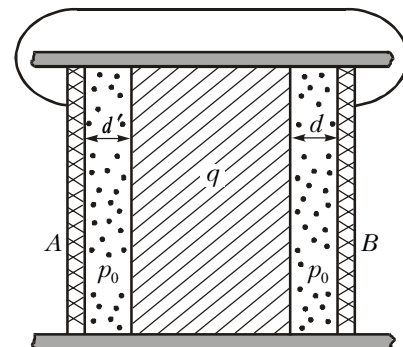


Рис. 3

4. Оцените, сколько воздушных шариков, наполненных водородом, потребуется, чтобы преодолеть ваш вес.

5. Шарик для настольного тенниса, скатываясь с наклонной плоскости, которая упирается в вертикальную стенку,