

XXXV Всероссийская олимпиада школьников по физике

С 19 по 26 апреля 2001 года в Саратове состоялся заключительный этап XXXV Всероссийской физической олимпиады школьников. В нем участвовали 59 девятиклассников, 62 десятиклассника и 64 одиннадцатиклассника.

Ниже приводятся условия теоретических и экспериментальных задач заключительного этапа и список призеров олимпиады.

Теоретический тур

9 класс

1. С высокого берега озера за веревку подтягивают лодку (рис.1). К веревке привязан флажок C . В момент, когда флажок оказался посередине участка AB , веревка была направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Найдите скорость флажка в этот момент,

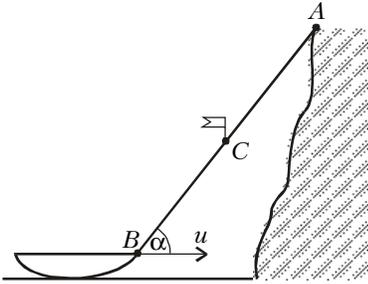


Рис. 1

если известно, что скорость лодки составляла $u = 1$ м/с. Веревка нерастяжима.

И. Иоголевиц

2. Горизонтальная платформа массой $M = 300$ г подвешена на резиновом жгуте AB , как показано на рисунке 2. Жгут проходит сквозь отверстие в грузе массой $m = 100$ г. Система находится в равновесии. Затем груз отпускают без начальной скорости с высоты h

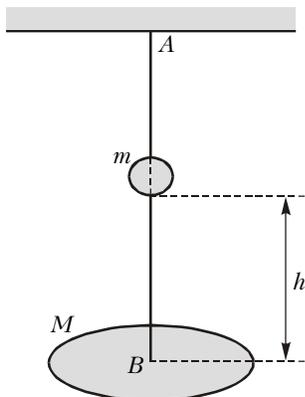


Рис. 2

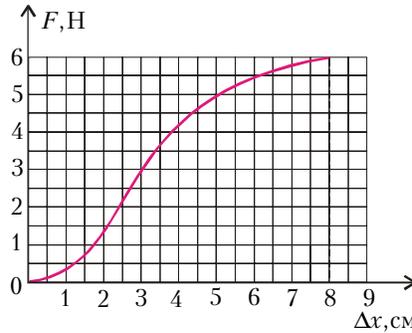


Рис. 3

относительно платформы. Найдите, при каком минимальном значении h_{\min} жгут порвется, если его максимально допустимое удлинение $\Delta x_{\max} = 8$ см. Зависимость силы натяжения жгута от его удлинения приведена на рисунке 3. Удар груза о платформу считать абсолютно неупругим.

А. Чудновский

3. В теплоизолированном сосуде находится смесь воды и льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Через стенку в сосуд вводится торец медного стержня, боковые стенки которого покрыты теплоизолирующим слоем. Другой торец стержня погружен в воду, кипящую при атмосферном давлении. Через время $\tau_m = 15$ мин весь лед в сосуде растаял. Если бы вместо медного стержня в этом эксперименте был использован стальной стержень того

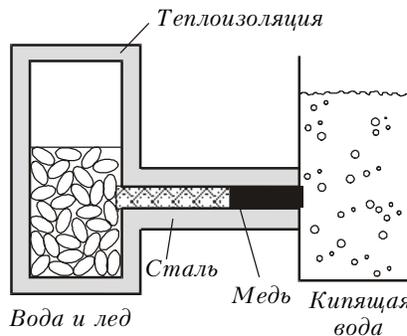


Рис. 4

же сечения, но другой длины, то весь лед растаял бы через $\tau_c = 48$ мин.

Стержни соединяют последовательно (рис.4). Какой будет температура t в месте соприкосновения медного и стального стержней? Рассмотрите два случая: а) кипящая вода соприкасается с торцом медного стержня; б) кипящая вода соприкасается с торцом стального стержня. Через какое время τ растает весь лед при последовательном соединении стержней? Будет ли это время одинаково в случаях а) и б)?

С. Козел

4. Электрическая цепь составлена из семи последовательно соединенных резисторов с сопротивлениями $R_1 = 1$ кОм, $R_2 = 2$ кОм, $R_3 = 3$ кОм, $R_4 = 4$ кОм, $R_5 = 5$ кОм, $R_6 = 6$ кОм, $R_7 = 7$ кОм и четырех переключек (рис.5). Входное напряжение $U = 53,2$ В. Укажите резистор, через который протекает минимальный ток.

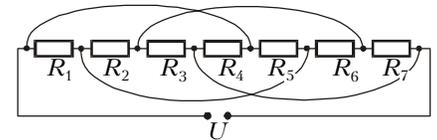


Рис. 5

Найдите значение силы тока через этот резистор. Через какой резистор протекает максимальный ток? Найдите его значение.

В. Слободянин

10 класс

1. Легковой автомобиль едет по горизонтальной дороге со скоростью v_0 . Если водитель заблокирует задние колеса, тормозной путь машины составит $L_1 = 28$ м. Если водитель заблокирует передние колеса, тормозной путь будет $L_2 = 16$ м. Каким окажется тормозной путь машины, если заблокировать все четыре колеса? Известно, что центр масс автомобиля расположен на равных расстояниях от осей передних и задних колес.

В. Слободянин

2. Говорят, что в архиве лорда Кельвина нашли обрывок рукописи, на котором был изображен замкнутый цикл для $\nu = 1$ моль гелия в координатах p, V (рис.6). Цикл состоял из

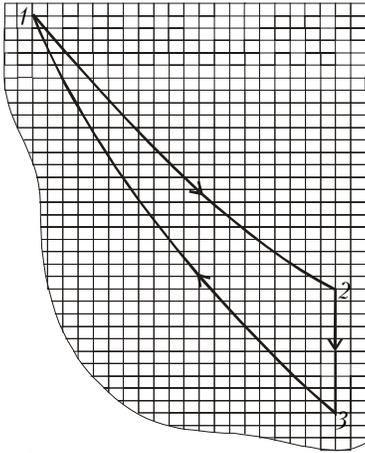


Рис. 6

изотермы 1–2, изохоры 2–3 и адиабаты 3–1. КПД данного цикла $\eta = 0,125$. Масштаб по оси объема: 1 дел = 0,5 л, по оси давления: 1 дел = $5 \cdot 10^3$ Па. Найдите объем газа в изохорическом процессе. На рисунке ось давления вертикальна, а ось объема горизонтальна.

А.Шеронов

3. Сферический конденсатор с радиусами обкладок $R_1 = R$ и $R_3 = 3R$ подсоединен к источнику с постоянным напряжением U (рис.7). Пространство между обкладками заполнено двумя слоями различных ве-

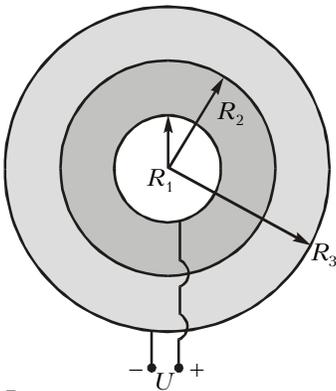


Рис. 7

ществ с удельными сопротивлениями $\rho_1 = \rho$ и $\rho_2 = 2\rho$ и диэлектрическими проницаемостями $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$. Радиус сферической границы между слоями $R_2 = 2R$. Удельная проводимость слоев между обкладками конденсатора намного меньше удельной проводимости материала обкладок. Найдите заряд на границе между слоями различных веществ. Найдите также ток, текущий через конденсатор.

В.Чивилёв

4. В плоский конденсатор емкостью C_0 вдвигается диэлектрическая пластина с диэлектрической прони-

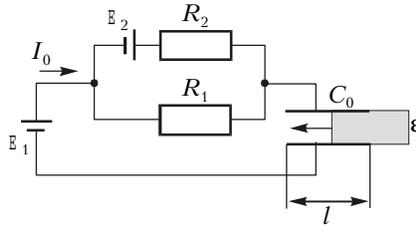


Рис. 8

цаемостью ϵ . Конденсатор включен в электрическую цепь, представленную на рисунке 8. При этом оказалось, что ток, протекающий через батарею с ЭДС E_1 , постоянен и равен I_0 . Определите силу тока, протекающего через резистор с сопротивлением R_1 . С какой скоростью движется диэлектрическая пластина? При расчетах считайте, что ЭДС E_1 и E_2 заданы, $R_1 = R_2 = R$, длина пластин конденсатора равна l .

Ю.Чешев

5. На поверхности плоского зеркала лежит тонкая симметричная двояковыпуклая линза с фокусным расстоянием $F_0 = 8$ см (рис.9,а). Где будет находиться изображение точечного источника, помещенного на расстоянии $l_1 = F_0$ от линзы?

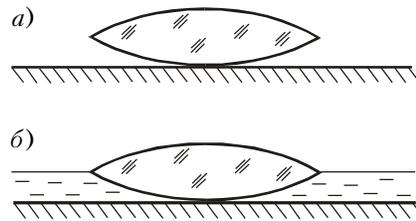


Рис. 9

На поверхность зеркала наливают воду так, что уровень воды совпадает с плоскостью симметрии линзы (рис.9,б). Если теперь точечный источник поместить на расстоянии $l_2 = 12$ см от линзы, то его изображение совпадет с самим источником. На каком расстоянии от линзы нужно расположить точечный источник, чтобы его изображение совпало с ним самим, если долить столько воды, что она полностью скроет линзу?

Примечание. Оптические силы тонких линз, расположенных вплотную друг к другу, складываются.

И.Иоголевич

11 класс

1. На наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом (рис.10), в начальный момент покоится ящик общей массой M , в котором находится груз массой m , совершающий колеба-

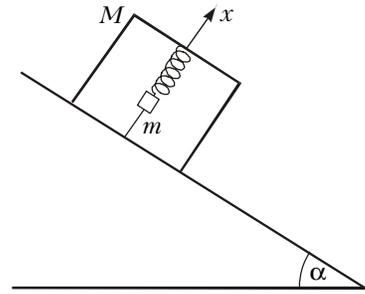


Рис. 10

ния по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$ с периодом T и амплитудой A вдоль прямой, перпендикулярной наклонной плоскости. Коэффициент трения ящика о плоскость $\mu = \text{tg } \alpha$. Найдите среднюю скорость движения ящика за время, много большее T , полагая, что ящик все это время скользит по наклонной плоскости. Найдите условие, при котором ящик не будет подпрыгивать.

А.Чудновский

2. См. задачу 2 для 10 класса.

3. Схема, изображенная на рисунке 11, состоит из батареи с ЭДС $E = 10$ В,

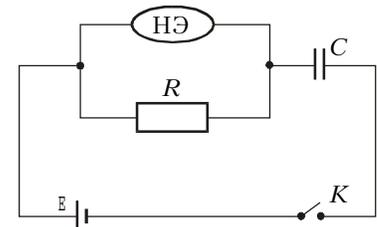


Рис. 11

резистора сопротивлением $R = 100$ Ом, конденсатора емкостью $C = 8$ мкФ и

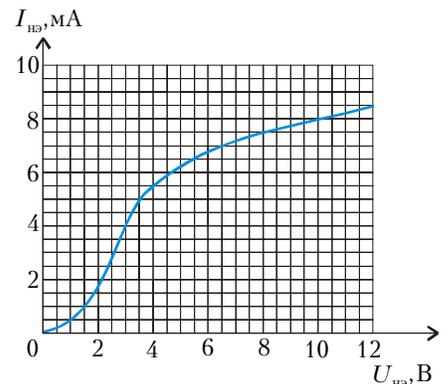


Рис. 12

нелинейного элемента НЭ, вольт-амперная характеристика которого изображена на рисунке 12. В некоторый момент времени ключ K замыкается. Предполагая, что сила тока, протекающего через НЭ, в любой момент времени много меньше силы тока, про-

текающего через батарею, определите количество теплоты, выделившееся на НЭ.

В.Вавилов

4. Схема, представленная на рисунке 13, состоит из конденсатора емкостью C , идеальных диодов D_1 и

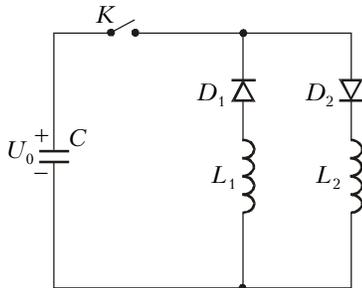


Рис. 13

D_2 и катушек с индуктивностями L_1 и $L_2 = 4L_1$. В начальный момент ключ K разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения U_0 . Найдите зависимость силы тока через катушку индуктивностью L_2 от времени после замыкания ключа и нарисуйте график этой зависимости.

В.Можаев

5. Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли оптическую схему, на которой были изображены линза, предмет в виде палочки длиной l и его изображение длиной l' . От времени чернила выщвели, и остались видны только две точки: вершина палочки S

и ее изображение S' . Из текста следовало, что главная оптическая ось проходила через середину палочки перпендикулярно ей. Определите положения центра линзы, главной оптической оси, фокусов линзы, предмета и его изображения и укажите, какая это линза (собирающая или рассеивающая), если $l = 5$ см, $l' = 2$ см, $SS' = 15$ см.

А.Чудновский

Экспериментальный тур

Комплект задач подготовлен комиссией по подготовке к олимпиаде физического факультета Саратовского государственного университета. Авторский коллектив: С.Вениг, В.Вешнев, В.Дербов, М.Куликов, Л.Мельников, Г.Окрокверцхов, А.Савин, В.Шевцов, И.Эльтерман.

9 класс

1. Определите коэффициент трения скольжения спичечной головки о шероховатую поверхность спичечного коробка.

Оборудование: коробка со спичками, динамометр, груз, лист бумаги, линейка, нить.

2. Деталь волоконно-оптического соединителя представляет собой стеклянный цилиндр (показатель преломления стекла $n = 1,51$), в котором имеется два круглых цилиндрических канала. Торцы детали заклеены. Определите расстояние между каналами.

Оборудование: деталь соединителя, миллиметровая бумага, лупа.

10 класс

1. Определите коэффициент поверхностного натяжения жидкости (плотность жидкости $\rho = 1082$ кг/м³).

Оборудование: капилляр, емкость с жидкостью, шприц, миллиметровая бумага.

2. Исследуйте зависимость положения равновесия тела от координат груза на его боковой поверхности.

Оборудование: тело, составной груз.

11 класс

1. Электрическая схема в черном ящике содержит 3 одинаковых резистора и два диода. Определите схему соединения элементов в черном ящике и значения сопротивлений резисторов.

Оборудование: черный ящик, тестер, батарейка, соединительные провода.

2. Оптический световод состоит из цилиндрической сердцевины и оболочки, сделанных из стекол с различными показателями преломления, лежащими в диапазоне 1,5–1,7. Показатель преломления одного из стекол равен 1,512. Определите показатель преломления другого стекла

Оборудование: световод, лазер, миллиметровая бумага.

Публикацию подготовили С.Козел, В.Коровин, В.Орлов

Призеры олимпиады

Дипломы I степени

по 9 классам получили

Украинцев Олег – Челябинск, ФМЛ 31,

Попов Григорий – Воронеж, гимназия им. академика Басова,

Аполонская Инна – Бийск, Бийский лицей,

Семириков Вадим – Березники, школа 3,

Дмитриев Константин – Липецк, школа 3,

Сунцов Евгений – Киров, ФМЛ;

по 10 классам –

Михайлов Виктор – Саратов, ФТЛ,

Постоев Андрей – п.Краснофлотский

Краснодарского кр., школа 11,

Ражев Михаил – Дубна, лицей «Дубна»,



Идрисов Георгий – Бийск, Бийский лицей,

Самокотин Алексей – Челябинск, ФМЛ 2,

Квасов Игорь – Дзержинск Нижего-

родской обл., школа 2;

по 11 классам –

Калинин Вячеслав – Клин, школа 1,

Береснев Николай – Киров, ФМЛ,

Муравьев Вячеслав – Смоленск, Педагогический лицей-интернат,

Гатанов Тимур – Санкт-Петербург, ФМГ 30,

Нургалиев Данияр – Москва, СУНЦ МГУ,

Климай Петр – Курган, Лингво-гуманитарная гимназия 47,

Ахмеров Антон – Новосибирск, СУНЦ НГУ,

Шемятихин Дмитрий – Ульяновск, школа 40.