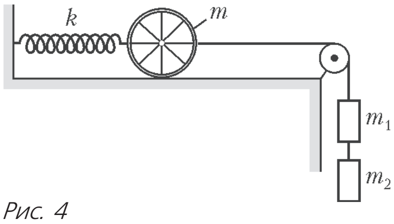

Рис. 4

прикреплен к стене. С помощью нити, переброшенной через блок, к оси колеса подвешены два груза с массами $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$. Система пришла в движение с нулевой начальной скоростью при недеформированной пружине. Считая, что колесо катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания, определите максимальную силу натяжения нити, соединяющей грузы, при их дальнейшем движении. Массами пружины, нити и блока пренебречь.

Вариант 2

1. Напишите формулировку закона Ома для однородного участка электрической цепи. Напишите формулу закона Ома для участка цепи, изображенного на рисунке 5. Укажите единицы измерения входящих в нее физических величин.

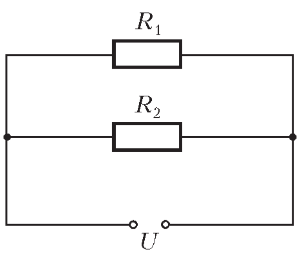

Рис. 5

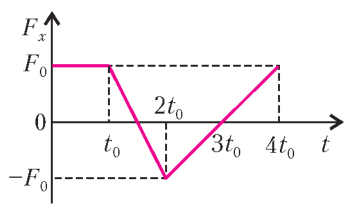

Рис. 6

2. На неподвижное тело массой m, находящееся на горизонтальной абсолютно гладкой плоскости, в момент времени $t = 0$ начинает действовать сила, направленная вдоль горизонтальной оси X. На рисунке 6 представлен график зависимости проекции F_x этой силы от времени t. Определите модуль импульса тела в момент времени $t = 4t_0$.

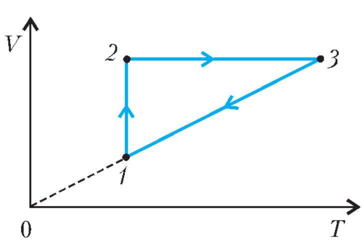

Рис. 7

3. Изменения состояния идеального газа при некотором круговом процессе 1–2–3–1 показаны на графике зависимости объема газа от абсолютной температуры (рис.7). Изобразите этот цикл на графике зависимости давления газа от объема. Укажите, на каких участках графика газ получает тепло извне.

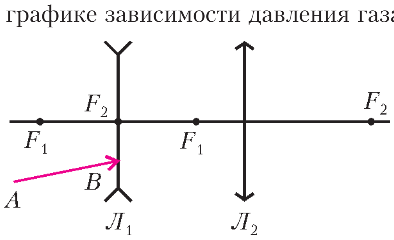

Рис. 8

4. Оптическая система состоит из рассеивающей линзы $Л_1$ и собирающей линзы $Л_2$ с общей главной оптической осью (рис.8). Главные фокусы рассеивающей линзы обозначены F_1, а собирающей – F_2. Постройте дальнейший ход луча AB через оптическую систему.

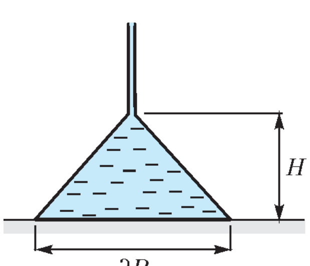

Рис. 9

5. Тонкостенная коническая воронка плотно стоит на горизонтальном столе (рис.9). Через отверстие в тонкой трубке в воронку наливают жидкость плотностью ρ. Когда жидкость заполняет всю коническую полость воронки, она приподнимает воронку и начинает вытекать из-под нее. Определите массу воронки, если радиус ее основания R, а высота конической части H.

6. Определите максимальную амплитуду гармонических колебаний системы, состоящей из двух брусков и двух невесомых пружин (рис.10), при которой бруски будут совершать колебания по горизонтальной плоскости без проскальзывания относительно друг друга. Жесткости пружин k и $2k$, масса нижнего бруска m, верхнего $2m$, коэффициент трения между брусками μ. В положении равновесия пружины не деформированы. Трение между нижним бруском и плоскостью отсутствует.

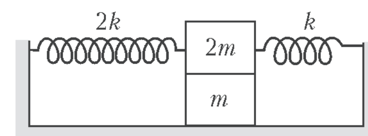

Рис. 10

7. По металлической ленте, толщина которой h, течет ток I (рис.11). Лента помещена в однородное магнитное поле, индукция которого равна B и направлена перпендикулярно поверхности ленты. Определите разность потенциалов между точками A и C ленты, если концентрация свободных электронов в металле равна n.

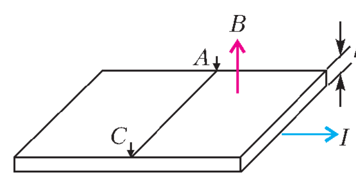

Рис. 11

Публикацию подготовили Л.Паршев, Ю.Струков

Московский инженерно-физический институт

(олимпиада Федерального агентства по атомной энергии РФ)

МАТЕМАТИКА

Вариант 1

1. Постройте график функции $y = \dfrac{3x-2}{2x+1}$.

2. Найдите производную функции

$$f(x) = 3x^3 - 6x^4 - \lg(2x) + \sqrt{9 - x^2}.$$

3. Найдите наименьшее и наибольшее значения функции $y = \cos^2 x + \sin x$ на отрезке $\left[-\pi; \dfrac{2\pi}{3}\right]$.

4. При всех значениях параметра $a < 0$ вычислите площадь фигуры, ограниченной кривыми, задаваемыми уравнениями: снизу $y = a\sqrt{x}$, справа $(x-2)^2 + y^2 = 4$ и сверху $y = 0$.

5. Напишите уравнение касательной, проведенной из точки $B(3; 1)$, к графику функции $y = -2/x$.

6. Окружность с центром в точке O, вписанная в треугольник ABC, касается сторон AB, BC и CA в точках K, L и M соответственно; $\angle KOL = 5\pi/6$, $\sin \angle MOL = 3/5$. Радиус окружности, описанной около треугольника ABC, равен 6. Найдите стороны и углы треугольника ABC.

Вариант 2

1. Постройте график функции $y = \log_3(6 + 3x)$.

2. Найдите производную функции

$$f(x) = -3x^3 - 6x^5 - 4d + \log_3(dx)$$

при всех значениях параметра d.

3. Найдите наименьшее и наибольшее значения функции $y = 3x\cos 3x - \sin 3x$ на отрезке $\left[-\frac{\pi}{4}; \pi\right]$.

4. Вычислите площадь фигуры, ограниченной кривыми $y = -\sqrt{4x}$ и $y = -\frac{x^2}{4}$.

5. Из точки $B(2;\ 0)$ проведена касательная к окружности $(x+3)^2 + (y+3)^2 = 4$. Найдите абсциссу точки касания.

6. Стороны треугольника ABC находятся в отношении $AB : BC : CA = 5 : 7 : 6$. На сторонах треугольника AB, BC и CA взяты точки K, L, M соответственно так, что $AK : KB = 2 : 3$, $BL : LC = 3 : 4$, $CM : MA = 2 : 4$. Найдите площадь треугольника AKM и длину отрезка KM, если площадь треугольника ABC равна 60.

ФИЗИКА

Вариант 1

1. Тело массой m, движущееся со скоростью v по горизонтальной поверхности, налетает на пружину жесткостью k, второй конец которой закреплен (рис.1). На какую величину сожмется пружина к тому моменту времени, когда скорость тела станет равна $v/3$? Трение отсутствует.

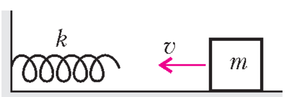

Рис. 1

2. Плавая в жидкости, тело кубической формы погружается на глубину h_1, а в другой жидкости – на глубину h_2. Какова будет глубина погружения тела в жидкости, плотность которой равна среднему арифметическому плотностей первых двух жидкостей? Считать, что во всех случаях тело расположено в жидкости так, что две его грани параллельны поверхности.

3. Два маленьких шарика связаны непроводящей пружиной. Если шарики зарядить одинаковыми зарядами q, то длина пружины будет равна l_1, а если зарядить одинаковыми зарядами $2q$, то длина пружины будет равна l_2. Найдите жесткость пружины.

4. В горизонтальном цилиндрическом сосуде длиной l находятся n подвижных теплонепроницаемых поршней, делящих сосуд на $n + 1$ отсек (рис.2). Первоначально температура газа во всех отсеках равна T_0, а их объемы одинаковы. Затем газ в самом левом отсеке нагревают до температуры T_1, а температуру газа в других отсеках поддерживают равной T_0. На сколько сместится при этом самый правый поршень?

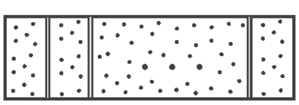
Рис. 2

5. На поверхности стола находится вертикальный цилиндр радиусом R, на который намотана длинная невесомая нерастяжимая нить. К концу свободного куска нити, длина которого l_0, привязано тело. Телу сообщают скорость v, направленную перпендикулярно нити так, что нить начинает сматываться с цилиндра (рис.3, вид сверху). Найдите время, за которое длина свободного куска нити увеличится вдвое. Трение отсутствует.

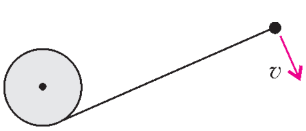

Рис. 3

Вариант 2

1. Груз массой $m = 1$ кг лежит на полу кабины лифта. При этом груз действует на пол лифта с силой $F = 5$ Н. Найдите величину и направление ускорения лифта. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

2. Точечный источник света расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $d = 30$ см от линзы (рис.4). Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Линзу сместили на расстояние $a = 2$ см в направлении, перпендикулярном главной оптической оси. На какое расстояние переместилось при этом изображение источника?

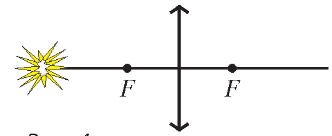

Рис. 4

3. В баллоне содержится ν молей одноатомного идеального газа при температуре T. При изохорическом нагревании газа средняя скорость молекул газа увеличилась в n раз. Найдите количество теплоты, подведенное к газу.

4. Корабль движется на север со скоростью v. Ветер дует с северо-запада под углом α к параллели. Скорость ветра, измеренная на корабле, равна u. Найдите скорость ветра относительно земли.

5. Индуктивность кольца известна и равна L (рис.5). Индуктивность контура, представляющего собой сектор кольца того же радиуса, опирающийся на угол $\pi/2$, также известна и равна L_1. Найдите индуктивность контура, представляющего сектор кольца того же радиуса, опирающийся на угол $3\pi/2$.

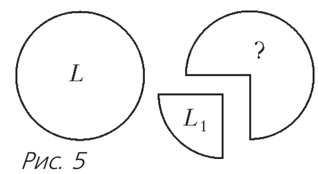

Рис. 5

Публикацию подготовили С.Муравьев, О.Нагорнов

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 ориентироваться в непривычной или усложненной ситуации.

Четвертая задача – задача-оценка. Для ее решения необходимо разобраться в рассматриваемом физическом явлении, сформулировать простую (так как нужна только оценка) модель этого явления, выбрать разумные числовые значения 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. Амперметры A_1 и A_2 имеют одинаковые сопротивления r и показывают токи I_1 и I_2 при включении в схему, приведенную на рисунке 1. Найдите сопротивление резистора R.

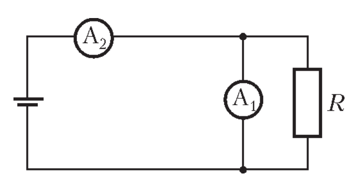

Рис. 1

2. Частицы с зарядом q и массой m движутся в магнитном поле с индукцией B по круговой орбите радиусом R и попадают в зазор