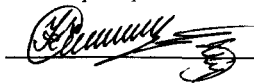


УТВЕРЖДЕНО
Заместитель председателя оргкомитета
заключительного этапа Республиканской олимпиады,
заместитель министра образования Республики Беларусь



К.С. Фарино

«14» марта 2007 г.



Республиканская физическая олимпиада 2007 год.

г. Минск

Теоретический тур

9 класс.

Оргкомитет и Жюри заключительного этапа Республиканской олимпиады школьников 2007 года

- *приветствуют вас в городе Минске;*
- *поздравляют с успешным выступлением на предыдущих этапах олимпиады;*
- *желают успехов на заключительном этапе.*

1. Полный комплект состоит из трех не связанных между собой заданий
2. При оформлении работы каждую задачу начинайте с новой страницы. Первая половина тетради предназначена для чистовика, вторая - черновика. При недостатке бумаги обращайтесь к оргкомитету, *обеспечим!*
3. Подписывать тетради и отдельные страницы запрещается.
4. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.
5. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к представителям Жюри



Во всех задачах ускорение свободного падения считать равным $g = 9,81 \frac{M}{c^2}$

Задание 1. «Разминка»

1.1 Лампочка

Сопротивление лампочки накаливания существенно изменяется, в зависимости от яркости свечения τ_e от величины проходящего через нее тока. На рис. 1.1 приведена эта зависимость. Лампочку включают последовательно с нагрузкой, сопротивление которой равно $R = 30 \text{ Ом}$ и источником напряжения $U = 20 \text{ В}$. Определите силу тока в цепи.

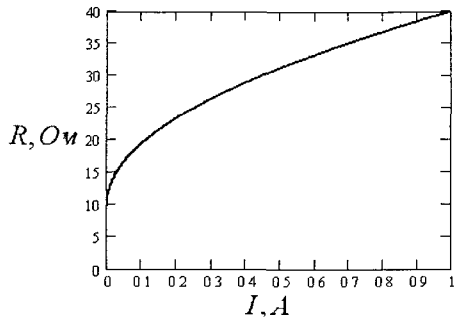
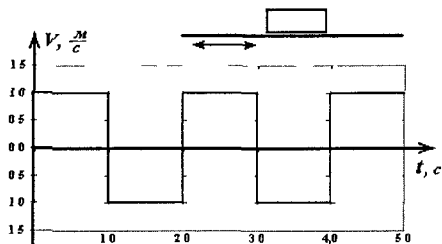


Рис. 1.1

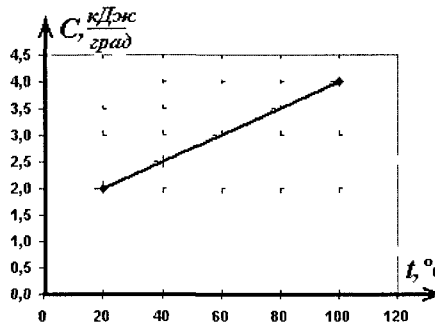
1.2 «Виброход» Горизонтальная лента транспортера движется так, что каждую секунду ($\tau = 1,0 \text{ с}$) ее скорость практически мгновенно¹ изменяет свое направление на противоположное, при движении ленты в каждом направлении модуль скорости равен $V = 1,0 \frac{M}{c}$. График зависимости скорости ленты от времени показан на рисунке. На ленту положили брусок. Поверхности бруска и ленты таковы, что коэффициент трения между ними зависит от направления относительного движения («по шерсти и против шерсти»).



При движении бруска влево относительно ленты, коэффициент трения равен $\mu_1 = 0,30$, при движении вправо относительно ленты коэффициент трения равен $\mu_2 = 0,40$. Найдите среднюю скорость движения бруска относительно поверхности земли за промежуток времени, значительно превышающий период колебаний ленты транспортера.

1.3 «Переменная теплоемкость»

Теплоемкость некоторого тела линейно изменяется² от $C_1 = 2,0 \frac{\text{кДж}}{\text{град}}$ до $C_2 = 4,0 \frac{\text{кДж}}{\text{град}}$ при изменении его температуры от $t_1 = 20^\circ \text{C}$ до $t_1 = 100^\circ \text{C}$. Тело находящееся при температуре $t_1 = 20^\circ \text{C}$ поместили в нагреватель постоянной мощности $P = 1,0 \text{ кВт}$ (вся эта теплота идет на нагревание бруска). Найдите зависимость температуры тела от времени.



¹ Мгновенно изменить скорость движения тела невозможно, однако в данном случае считается, что время изменения скорости значительно меньше одной секунды.

² Не удивляйтесь, теплоемкость может изменяться по разным причинам: например, из-за плавления, протекания химических реакций и т.д.

Задание 2 «Вверх – вниз»

2.1 Плоский диск большого радиуса жестко закреплен на расстоянии $h = 5,0$ мм от гладкой горизонтальной поверхности (рис. 01). В центре диска расположено отверстие, в которое вставлена вертикальная труба радиуса $r = 3,0$ мм, по которой в пространство между диском и плоскостью подается идеальная (несжимаемая и невязкая) жидкость, которая в дальнейшем растекается в зазоре между диском и плоскостью, полностью заполняя его. Массовый расход жидкости в вертикальной части

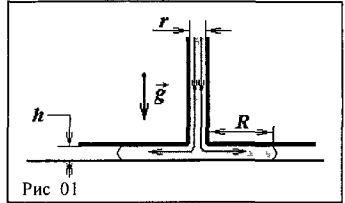


Рис 01

струи $q = 0,15 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$. Плотность жидкости $\rho = 0,95 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

В начальный момент времени жидкости на поверхности не было. Найдите:

2.1.1 Скорость v_0 жидкости в нижнем сечении струи.

2.1.2 Зависимость радиуса $R(t)$ пятна «растекания» жидкости по поверхности от времени.

2.1.3 Зависимость скорости $v(t)$ движения границы жидкости по плоскости от времени;

2.2 «Водяной купол» Струя воды подается в Т - образную конструкцию, состоящую из двух одинаковых горизонтальных дисков и при дальнейшем движении образует водяной купол (рис. 02). Расход воды в трубе

AB - $q = 5,5 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$. Расстояние

$h = 2,0$ мм, $r = 15$ см, $H = 0,65$ м.

Определите радиус R водяного купола на земле. Как он изменится при уменьшении расстояния h между дисками в $\eta = 2,0$ раза?

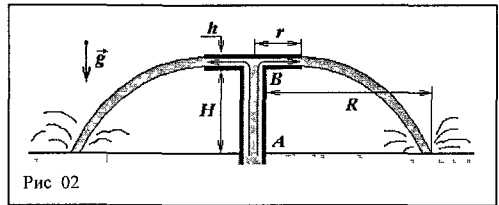


Рис 02

Поверхностным натяжением и вязкостью жидкости пренебречь.

Задание 3 «Кинематическая диаграмма»

В этой задаче Вам предлагается рассмотреть абсолютно упругое соударение двух частиц. Частицы имеют различные массы и скорости и удар не обязательно является центральным. В общем случае это довольно сложная задача. Однако существует метод позволяющий легко получить некоторые закономерности рассеяния частиц – метод кинематических диаграмм. Суть этого метода – рассмотрение процесса столкновения в пространстве скоростей.

Будем рассматривать двухмерную задачу, т.е. скорости частиц до соударения имели только две проекции $\vec{v}_1 = (v_{1x}, v_{1y})$ и $\vec{v}_2 = (v_{2x}, v_{2y})$. Пространство скоростей подобно обычному координатному пространству, только по осям откладываются скорости, а не координаты частиц. В случае двух частиц, на диаграмме будет всего четыре точки: две точки соответствуют скоростям частиц до столкновения и две – после.

1. Как известно, в обычном координатном пространстве центр масс системы, состоящей из двух материальных точек, находится на соединяющем их отрезке. Покажите, что аналогичная ситуация наблюдается и в пространстве скоростей. Т.е. точка на диаграмме, соответствующая скорости движения центра масс принадлежит отрезку, соединяющему точки, соответствующие скоростям движения материальных точек.

2. Пусть две частицы с произвольными массами до столкновения обладают скоростями

\vec{v}_1 и \vec{v}_2 , которым на диаграмме соответствуют две точки 1 и 2 (см. рис. 1). А после некоторого столкновения – скоростями \vec{v}'_1 и \vec{v}'_2 (соответствующие точки 1' и 2'). Обозначьте на диаграмме точку, соответствующую скорости движения центра масс системы.

3'. Так мы рассматриваем произвольные столкновения, то существует бесконечное множество вариантов рассеяния. Докажите, что модули скоростей частиц относительно их центра масс не изменяются при упругом столкновении. Найдите геометрическое место всех возможных точек 1' и 2'.

4. Пусть на покоящуюся тяжелую частицу с массой m_1 налетает легкая частица с массой m_2 и со скоростью \vec{v}_2 . Используя метод кинематических диаграмм, определите, на какой максимальный угол может рассеяться легкая частица. Угол рассеяния – это угол между направлением вектора скорости до соударения и направлением вектора скорости после соударения.

5. Рассмотрите также и обратный случай. Пусть на покоящуюся легкую частицу с массой m_2 налетает тяжелая частица с массой m_1 и со скоростью \vec{v}_1 . На какой максимальный угол может рассеяться тяжелая частица?

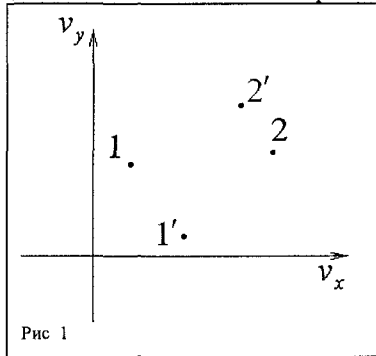


Рис. 1