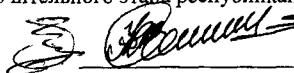


УТВЕРЖДЕНО

Заместитель председателя оргкомитета
заключительного этапа республиканской олимпиады


К.С. Фарино.

« 20 » декабря 2006 года



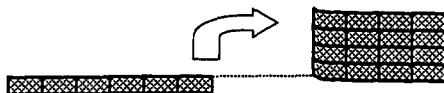
**Республиканская физическая
олимпиада (III этап)
2007 год
Теоретический тур**

9 класс.

Задание 1. «Рабочая разминка»

В этой задаче считайте ускорение свободного падения равным $g = 10,0 \text{ м/с}^2$.

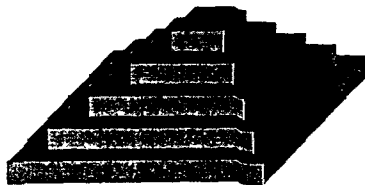
1.1 В связи с дорожными работами потребовалось разобрать брусчатую мостовую. Для хранения было решено складывать плитки в одну кучу. Масса одной плитки $m = 10 \text{ кг}$, размеры (длина - a , ширина - b , высота - c) $a \times b \times c = 20 \text{ см} \times 20 \text{ см} \times 5,0 \text{ см}$



1.1.1 Какую наименьшую работу необходимо совершить, чтобы сложить из плиток прямоугольный параллелепипед размерами $A \times B \times C = 2,0 \text{ м} \times 2,0 \text{ м} \times 1,0 \text{ м}$?

1.1.2 Какую наименьшую работу необходимо совершить, чтобы сложить плитки в ящик таких же размеров?

1.1.3. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы плитки из мостовой (массу и характерные размеры смотрите в пункте 1) сложить в пирамиду высотой $H = 0,5 \text{ м}$ и квадратным основанием с длиной стороны $L = 2,0 \text{ м}$?

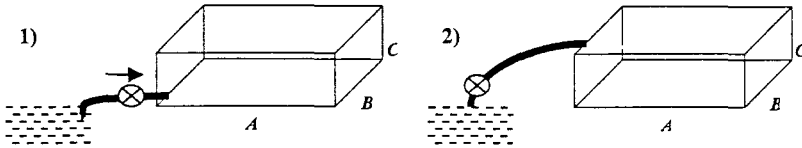


1.2 Для того, чтобы заполнить водой из озера небольшой бассейн (или большой аквариум) размерами $A \times B \times C = 2,0 \text{ м} \times 2,0 \text{ м} \times 1,0 \text{ м}$ используют электронасос, который создает давление $5,0 \text{ кПа}$. Какую работу по заполнению водой бассейна совершит насос,

1.2.1 если шланг подсоединить к отверстию вблизи дна;

1.2.2 если шланг перекинуть через бортик?

Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.



1.3. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы смести в центр песок, равномерно рассыпанный по круглой асфальтовой площадке радиусом $R = 100\text{ м}$ в кучу в форме пирамиды высотой $H = 0,50\text{ м}$ и стороной основания $L = 2,0\text{ м}$? Коэффициент трения песка об асфальт и песка о песок равен $\mu = 0,15$, плотность песка $\rho = 2,4 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$.

Примечание.

Возможно, Вам понадобится следующая информация

$$1 + 2 + \dots + n \approx \frac{n(n+1)}{2}; \quad 1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(n+2)}{6}; \quad 1^3 + 2^3 + \dots + n^3 = \left[\frac{n(n+1)}{2} \right]^2;$$

Объем пирамиды и конуса равен $V = \frac{1}{3}SH$, (S - площадь основания, H - высота)

Центр масс однородной пирамиды находится на высоте $h = \frac{H}{4}$ от основания

Задание 2. «Водная феерия»

2.1 В сосуде под крышкой находится перегретая вода, находящаяся при температуре $t_0 = 120^\circ\text{C}$. Какая доля (массовая) воды выкипит, если открыть крышку?

2.2 В теплоизолированном сосуде находится переохлажденная вода при температуре $t_0 = -5^\circ\text{C}$. Какая доля (массовая) воды замерзнет, если в сосуд бросить несколько маленьких кусочков льда?

2.3 В теплоизолированном сосуде находится $m_0 = 300\text{ г}$ льда, находящегося при температуре $t_0 = -10^\circ\text{C}$. В сосуд впускают водяной пар, находящийся при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Постройте примерный график зависимости температуры, установившейся в сосуде после достижения теплового равновесия, от массы впущенного пара (для массы, изменяющейся от нуля до $m_{\text{max}} = 120\text{ г}$)

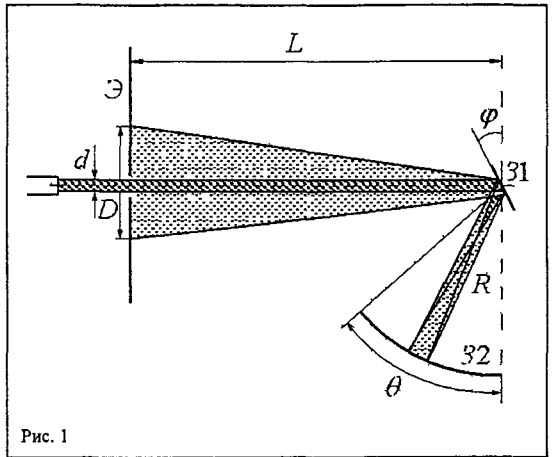
Во всех пунктах данной задачи теплоемкостью сосуда пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_1 = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплоемкость льда $c_0 = 2,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, удельная теплота парообразования воды

$L = 2,2 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ Давление газов в сосуде считать равным нормальному атмосферному давлению

Задание 3. «Опыт Араго»

В давние времена точное определение скорости света являлось важной экспериментальной проблемой. В данной задаче рассматривается опыт Араго, который в свое время позволил относительно точно вычислить значение скорости света. Для простоты мы будем использовать лазер в качестве источника света.

Схема установки представлена на рисунке 1 (вид сверху). Тонкий параллельный лазерный луч шириной $d = 5,0 \text{ мм}$ проходит через отверстие в экране Э и попадает на маленькое плоское двустороннее зеркальце 31, находящееся на расстоянии $L = 20 \text{ м}$ от экрана, которое может вращаться вокруг вертикальной оси. Пусть φ – угол его поворота (рис. 1). После этого луч попадает на сферическое зеркало 32, радиус кривизны которого равен $R = 10 \text{ м}$. Размеры зеркала будем



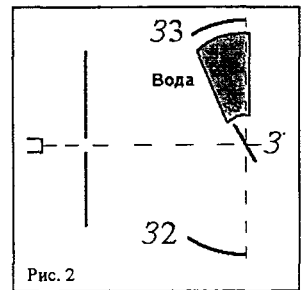
характеризовать величиной угла $\theta = 10^\circ$ – угол, под которым видно это зеркало из центра зеркальца 31. Маленькое зеркальце находится в центре кривизны зеркала 32, т.е. на расстоянии R от него. После отражения от сферического зеркала, лазерный луч снова падает на зеркальце 31, отражается и формирует на экране пятно некоторого диаметра D .

1. При каких углах φ можно наблюдать пятно в центре экрана.
2. Определите диаметр пятна D .

Начнем вращать зеркальце с достаточно большой скоростью. Пусть зеркальце совершает $\nu = 5,0 \cdot 10^2$ оборотов в секунду. Скорость света равна $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

3. Покажите, что пятно на экране сдвинется на некоторое расстояние в ту или другую сторону, в зависимости от направления вращения. Определите величину этого смещения x .

С помощью такой установки Араго также удалось измерить показатель преломления воды. Для этого необходимо добавить ещё одно сферическое зеркало и резервуар с водой, занимающий практически всё пространство между зеркальцем 31 и вторым зеркалом 33 (см. рисунок 2). Стенки резервуара полукруглые, поэтому преломлением света на его границе можно пренебречь.



4. При какой частоте вращения ν' можно наблюдать два отдельных пятна. Показатель преломления воды $n = 1,3$