

Государственное бюджетное
образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ»

2014-2015 учебный год

Муниципальный этап

10 класс, ОТВЕТЫ

350000 г. Краснодар,
ул. Красная, 76
тел. 259-84-01
E-mail: cdodd@mail.ru

Председатель предметно-методической
комиссии: Тумаев Е.Н., д.ф.-м.н., доцент

ОТВЕТ к задаче № 1

Решение. Выберем систему координат, совместив начало координат с точкой начала движения камня (рис. 1). Уравнения, описывающие движение утки:

$$x_1 = l_0 + v_1 t, \quad y_1 = h,$$

где $l_0 = h \operatorname{ctg} \alpha$ — координата утки на оси x в начальный момент времени. Уравнения движения камня:

$$x_2 = v_{20}(\cos \alpha)t,$$
$$y_2 = v_{20}(\sin \alpha)t - gt^2/2.$$

Условие попадания камня в утку:

$$x_1 = x_2, \quad y_1 = y_2,$$

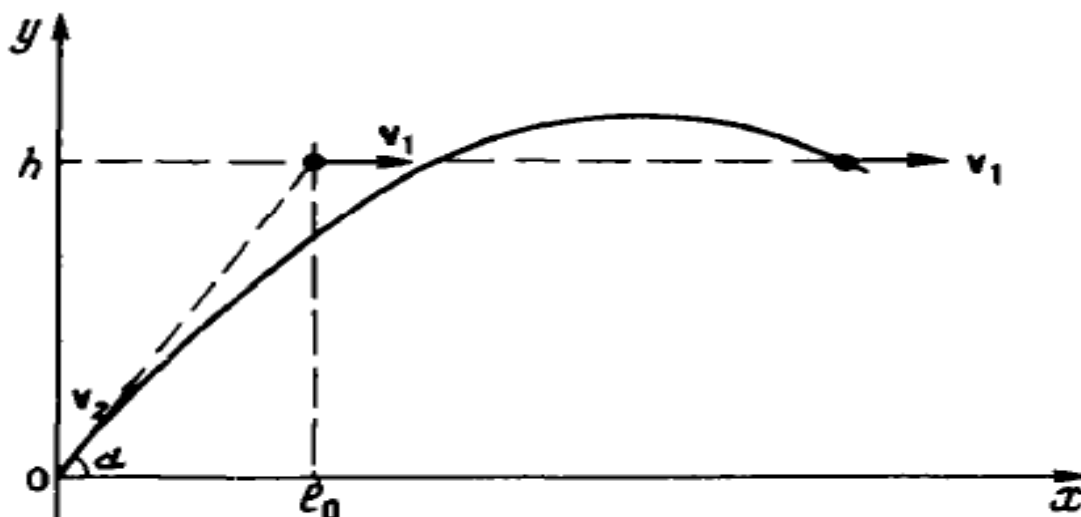


Рис. 1

или

$$h \operatorname{ctg} \alpha + v_1 t = v_{20}(\cos \alpha) t,$$
$$h = v_{20}(\sin \alpha) t - g t^2 / 2.$$

Таким образом, мы получаем систему двух уравнений относительно неизвестных h и t . Выразив t из первого уравнения

$$t = \frac{h \operatorname{ctg} \alpha}{v_{20} \cos \alpha - v_1}$$

и подставив во второе, получим

$$h \left(1 - \frac{v_{20} \cos \alpha}{v_{20} \cos \alpha - v_1} - \frac{g h \operatorname{ctg}^2 \alpha}{2(v_{20} \cos \alpha - v_1)^2} \right) = 0,$$

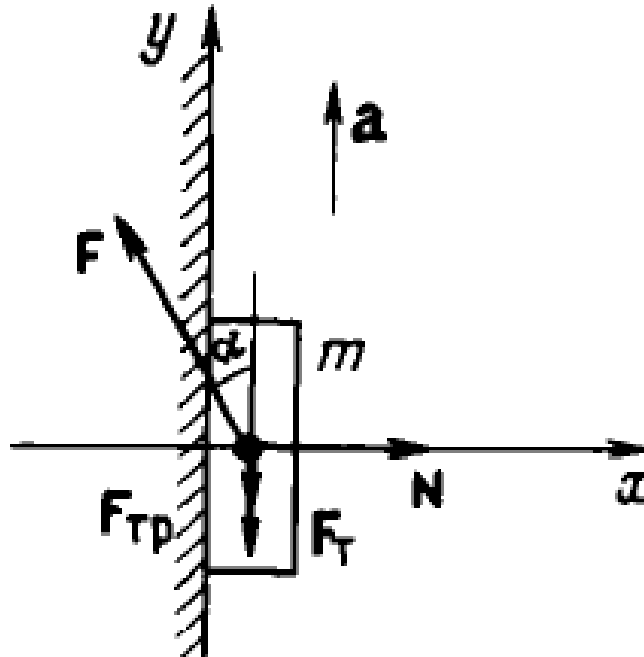
откуда

$$h = (2v_1/g)(v_{20} \cos \alpha - v_1) \operatorname{tg}^2 \alpha.$$

Разбалловка:

- 1) запись уравнения движения утки – 2 балла,
- 2) запись уравнения движения камня – 2 балла,
- 3) запись условия попадания камня в утку - 3 балла,
- 4) решения системы уравнений с последующим выводом формулы – 3 балла.

ОТВЕТ к задаче № 2



Решение. Рассмотрим движение тела относительно стены. Ось y направим вертикально вверх, ось x — перпендикулярно стене (рис.).

На тело действуют четыре силы: сила тяги F , сила тяжести F_T , сила трения $F_{тр}$, сила нормальной реакции N . Основной закон динамики для тела запишется в виде:

$$ma = F + N + F_{тр} + F_T.$$

В проекциях на оси координат уравнение имеет вид:

$$\text{на ось } x \quad 0 = N - F \sin \alpha,$$

$$\text{на ось } y \quad ma = F \cos \alpha - F_{тр} - mg.$$

Решая уравнения определим

$$F = \frac{m(a + g)}{\cos \alpha - k \sin \alpha},$$

$$F = \frac{2 \cdot 12}{0,86 - 0,05} \text{ Н} = 30 \text{ Н}.$$

Разбалловка:

- 1) чертеж с указанными на нем силами — 2 балла,
- 2) запись второго закона Ньютона — 2 балла,
- 3) решение полученных уравнений с приведенным числовым ответом — 6 баллов.

ОТВЕТ к задаче № 3

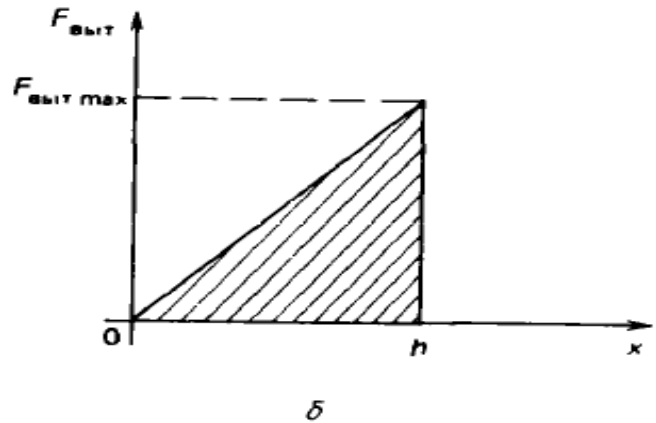
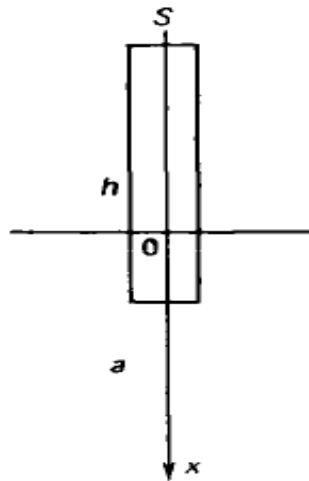
Решение. Выталкивающая сила равна

$$F_{\text{выт}} = \rho_v g S x,$$

где x — глубина погружения бревна. Величина x изменяется от 0 до h и, соответственно, выталкивающая сила, действующая на бревно, изменится от 0 до величины $F_{\text{выт max}} = \rho_v g S h$. На рис изображена зависимость величины выталкивающей силы от глубины погружения. Работа этой силы равна площади заштрихованного треугольника и определяется выражением

$$A = -F_{\text{выт max}} h / 2 = -\rho_v S h^2 g / 2.$$

Знак минус берется потому, что выталкивающая сила направлена в сторону, противоположную перемещению. В случае подъема бревна выталкивающая сила совершает положительную работу.



Разбалловка:

- 1) запись формулы выталкивающей силы – 2 балла,
- 2) запись формулы работы выталкивающей силы – 4 балла,
- 3) изображен график зависимости выталкивающей силы от глубины погружения – 4 балла.

ОТВЕТ к задаче № 4

Решение. При изменении температуры изменяется давление газа, поршень перемещается до тех пор, пока давление с двух сторон поршня не станет одинаковым. Для газа в объеме V_1 запишем уравнение Клапейрона:

$$\frac{P_0 V_1}{T_0} = \frac{P V'_1}{T_1}$$

Для газа в объеме V_2 имеем

$$\frac{P_0 V_2}{T_0} = \frac{P V'_2}{T_2}$$

При этом общий объем сосуда не изменился:

$$V'_1 + V'_2 = V_1 + V_2.$$

Система уравнений — это система алгебраических уравнений относительно неизвестных: V'_1 , V'_2 и P . имеем

$$V'_1 = \frac{T_1 P_0 V_1}{P T_0}, \quad V'_2 = \frac{T_2 P_0 V_2}{P T_0}.$$

Подставив эти выражения в (8.11), получим

$$\frac{T_1 V_1 P_0}{P T_0} + \frac{T_2 P_0 V_2}{P T_0} = V_1 + V_2,$$

откуда

$$P = \frac{P_0(V_1T_1 + V_2T_2)}{(V_1 + V_2)T_0};$$
$$[P] = \frac{(\text{Н/м}^2)(\text{м}^3 \cdot \text{К} + \text{м}^3 \cdot \text{К})}{(\text{м}^3 + \text{м}^3)\text{К}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па},$$
$$P = 1,15 \cdot 10^5 \text{Па}.$$

Разбалловка:

- 1) для газа в первом объеме записано уравнение Клапейрона – 2 балла,
- 2) для газа во втором объеме записано уравнение Клапейрона – 2 балла,
- 3) запись уравнения, в котором зафиксировано условие, что сумма объемов не меняется – 2 балла,
- 4) решение полученных уравнений с получением численного ответа – 4 балла.

ОТВЕТ к задаче № 5

Решение. КПД тепловой машины равен отношению производимой механической работы A к затраченному количеству теплоты Q_1 , выделяющемуся при сгорании угля:

$$Q_1 = mq.$$

Произведенная за это же время работа равна

$$A = Nt,$$

таким образом,

$$\eta = A/Q_1 = Nt/qm,$$
$$\eta = \frac{14,7 \cdot 10^3 \cdot 3600}{3,3 \cdot 10^7 \cdot 8,1} = 0,198,$$

или в процентах

$$\eta \approx 20\%,$$
$$\eta_{\text{ид}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} 100\% = 30\%,$$
$$\eta < \eta_{\text{ид}}.$$

Итак, коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, как следовало ожидать, больше КПД реальной машины.

Разбалловка:

- 1) запись формулы для КПД – 6 баллов,
- 2) нахождение КПД – 3 балла.