

Физика 9 — 11

Публикуемая ниже заметка «Как бесплатно улететь на каникулы» предназначена девятиклассникам, заметка «Внутренняя энергия и теплота» — десятиклассникам. Одиннадцатиклассникам рекомендуются обе заметки.

Как бесплатно улететь на каникулы

А. Стасенко

«О ДНАЖДЫ в студеную зимнюю пору я из лесу вышел. Был сильный мороз. Гляжу...». Тут Догадливый Студент взглянул на высокое здание общежития — и его осенило. Он хотел домой на каникулы. Но авиабилеты были дороги, идти в ночные грузчики или в «комок» было неохота, а сила Знания безгранична. И осенила его Мысль. Если сделать планер и разогнать его вдоль скользкой оледневшей крыши... А разогнать при помощи невесомого нерастяжимого троса, перекинутого через блок без трения, и при участии нескольких Преданных Друзей (рис.1). Да если при этом еще

пренебречь трением о крышу и сопротивлением воздуха...

Итак, пусть масса планера M , масса Догадливого Студента и каждого его Друга m , сила натяжения троса F . Тогда можно записать уравнения второго закона Ньютона для горизонтального движения планера с пилотом (масса $M + m$) и вертикального движения люльки с N Преданными Друзьями (масса mN , а люлька пусть невесома):

$$(M + m)a_x = F_x, \quad mNa_y = mNg - F_y.$$

Но поскольку трос нерастяжим, модули ускорений его концов и ускоряющих сил одинаковы, т.е. $a_x = a_y = a$,

$F_x = F_y = F$. Поэтому предыдущие равенства можно записать в виде одного уравнения (исключив F , как сказал бы математик)

$$(M + m(N + 1))a = mNg. \quad (1)$$

Смысл этого уравнения очевиден: справа стоит сила тяжести всех Преданных

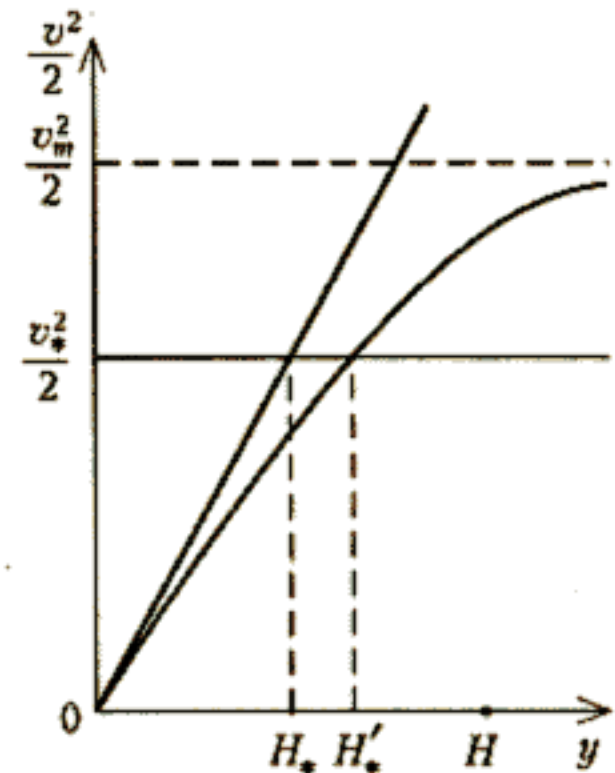


Рис. 2

Друзей, а слева — масса всей системы (включая массу Догадливого Студента и его планера), которой упомянутая сила тяжести сообщает ускорение a .

Согласно уравнению (1), ускорение постоянно, значит, скорость будет расти со временем линейно, а пройденный путь — квадратично:

$$v = at, \quad s = y = a \frac{t^2}{2},$$

где

$$a = \frac{mN}{M + m(N + 1)} g.$$

Но в рассматриваемой ситуации важно не время. Важно, чтобы высота общежития H и число Преданных Друзей N были достаточны для достижения какой-то наименьшей скорости v_* , при которой можно будет взлететь. Поэтому, исключив время t , лучше записать зависимость скорости от пройденного пути в виде

$$v = \sqrt{2ay}, \quad \text{или} \quad \frac{v^2}{2} = ay. \quad (2)$$

Последнее равенство уж очень что-то напоминает. Подставив сюда a , получим

$$(M + m(N + 1)) \frac{v^2}{2} = (mNg)y. \quad (3)$$

Это — закон сохранения полной механической энергии: кинетическая энергия общей массы системы $M_0 = M + m(N + 1)$ приобретает за счет изменения потенциальной энергии Преданных Друзей при их опускании по вертикальной координате от 0 до $-y$ или за

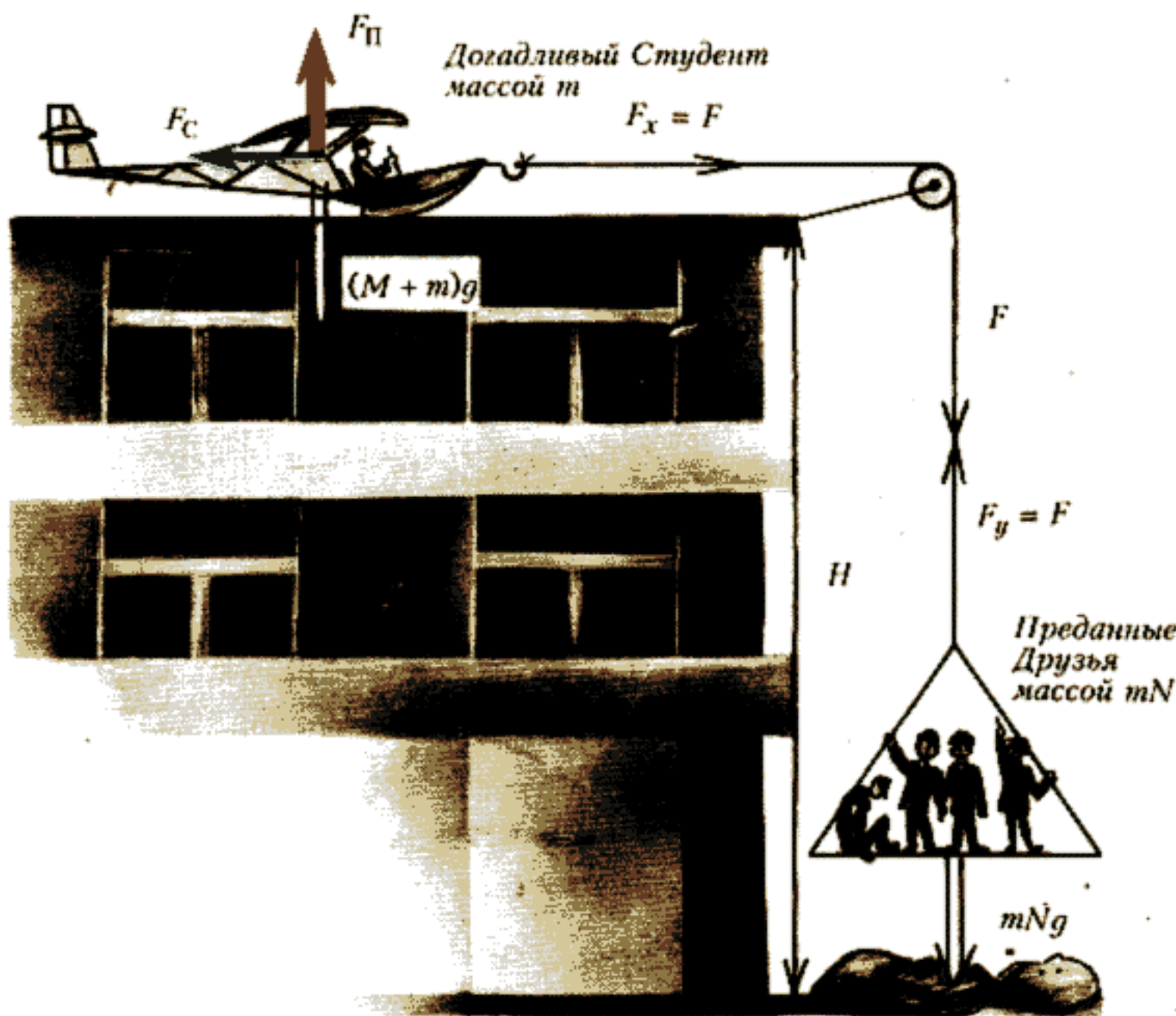


Рис. 1