



Всероссийская школа математики и физики «Авангард»

Е. Н. ФИЛАТОВ

Ф И З И К А

7 класс

**Преобразование
физических
уравнений (формул)**

МОСКВА

§ 2. ФИЗИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ – УРАВНЕНИЯ, В КОТОРЫХ ОДНИ ТОЛЬКО БУКВЫ, А ЧИСЕЛ ПОЧТИ СОВСЕМ НЕТ

Вы уже имеете определенный опыт решения уравнений в курсе математики. Физические уравнения отличаются от привычных математических уравнений тем, что состоят они практически только из букв, одни из которых обозначают известные величины, а другие – неизвестные. Решить такое уравнение – это значит выразить неизвестную искомую величину через известные величины.

В данном параграфе мы потренируемся в решении физических уравнений, которые потом будут появляться у нас в процессе решения физических задач.

Прежде всего, отметим, что в физических уравнениях используются как большие (прописные), так и малые (строчные) латинские буквы, а также некоторые буквы греческого алфавита (главным образом малые). Кроме того, часто используются буквы с индексами, например: P_B , F_A , m_1 , m_2 и т.д. Ясно, что буквы m_1 и m_2 обозначают разные величины.

Буквы, которые будут использоваться в этом учебнике

1. Латинские прописные: A (а), D (дэ), E (э), F (эф), G (гэ), H (аш), L (эль), M (эм), N (эн), P (пэ), Q (ку), R (эр), S (эс), T (тэ), V (вэ).

2. Латинские строчные: a (а), b (бэ), c (цэ), d (дэ), f (эф), g (гэ), h (га), k (ка), l (эль), m (эм), n (эн), p (пэ), r (эр), s (эс), t (тэ), u (у), v (вэ), x (икс), y (ипсилон).

Читатель: А почему на уроках математики латинскую букву u (ипсилон) мы называли не «ипсилон», а «игрек»?

Автор: Давайте разберёмся с игреком. Это слово пришло к нам от французских математиков: они почему-то называли латинскую букву u (ипсилон) греческой i . А по-французски это звучит так: i грес (и грек). Этот *игрек* так прочно прижился у математиков,

что тут уж ничего не поделаешь. Так что и мы с Вами можем со спокойной совестью называть латинский ипсилон игроком: иначе нас могут не понять.

3. Греческая прописная: Δ (дэльта).

4. Греческие строчные: δ (дэльта), η (эта), ρ (ро), π (пи), τ (тау).

Строчная греческая буква π будет использоваться исключительно для обозначения числа Пи:

$$\pi = 3,141592654\dots,$$

которое равно отношению длины окружности к диаметру.

Особо скажем о прописной греческой букве Δ (дэльта). В физике она обычно используется *не для обозначения какой-либо физической величины*, а для обозначения *изменения физической величины*. Например, запись Δa означает:

$$\Delta a = (\text{изменение величины } a) = (\text{конечное значение величины } a) - (\text{начальное значение величины } a),$$

то есть если утром температура воздуха была равна $t^{\text{нач}} = 20^\circ\text{C}$, а днем $t^{\text{кон}} = 30^\circ\text{C}$, то *изменение температуры* равно:

$$\Delta t = t^{\text{кон}} - t^{\text{нач}} = 30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}.$$

Итак, запомните: две буквы Δa обозначают *не* произведение величины Δ на величину a , а одну величину Δa , точно так же, как два слова «Петя Иванов» обозначают одного человека, а не двух.

Решение физических уравнений

Прежде чем мы приступим к физическим уравнениям, давайте вспомним, как решаются привычные нам математические уравнения первой степени с одним неизвестным.

Пример 2.1. $2x = 3$.

Читатель: Это уж слишком просто! $x = \frac{3}{2}$.

Автор: А Вы уверены, что x равен именно $\frac{3}{2}$, а не $\frac{2}{3}$?

Читатель: Да, в общем-то.

Автор: А на чем основана Ваша уверенность?

Читатель: Честно говоря, я над этим не задумывался...

Автор: Давайте разберемся. Пусть у нас имеется верное числовое равенство, например: $5 = 5$. Если мы разделим обе части этого равенства на одно и то же число, не равное нулю, то равенство не нарушится. Например: $\frac{5}{3} = \frac{5}{3}$ или $\frac{5}{101} = \frac{5}{101}$ и т.д. Наше урав-

нение $2x = 3$ – это тоже равенство. И если мы разделим обе части этого равенства на одно и то же число, не равное нулю, то равенство не нарушится. Разделим обе части уравнения на 2 и по-

лучим: $\frac{2x}{2} = \frac{3}{2}$.

Сокращаем двойки: $\frac{2x}{\cancel{2}} = \frac{3}{2}$ и получаем ответ: $x = \frac{3}{2}$.

Пример 2.2. $ax = b$.

Читатель: Разделим обе части уравнения на a и получим ответ:

$$\frac{ax}{a} = \frac{b}{a} \Rightarrow x = \frac{b}{a}.$$

(Здесь и далее стрелка \Rightarrow означает: «отсюда следует».)

Автор: Подождите! Я же не сказал Вам, какую величину надо найти. Это в математике неизвестное всегда обозначают через x или уж в крайнем случае через y , а в физике это совершенно необязательно. Пусть x и b – известные величины, а найти надо a .

Читатель: Тогда $\frac{ax}{x} = \frac{b}{x} \Rightarrow a = \frac{b}{x}$.

Автор: Совершенно верно. Замечу лишь, что это справедливо, если $x \neq 0$.

СТОП! Решите самостоятельно: А1 (а), А2 (а), А3 (а), А4 (а), А5 (а).

Уравнения, в которых неизвестное содержится только в одной части уравнения

Пример 2.3. $A = Fh$; $h = ?$

Договоримся, что в этом и всех последующих примерах данного параграфа все величины в уравнениях, кроме тех, которые требуется определить, считаются известными.

Разделим обе части уравнения на F и получим:

$$\frac{A}{F} = \frac{F \cdot h}{F}.$$

Дробь в правой части можно сократить:

$$\frac{A}{F} = \frac{\cancel{F} \cdot h}{\cancel{F}} \Rightarrow \frac{A}{F} = h.$$

Поменяв местами правую и левую части, получим окончательный ответ: $\underline{h = \frac{A}{F}}$.

СТОП! Решите самостоятельно: Б1 (а), Б2, Б3 (а), Б4 (а), Б5 (а).

Пример 2.4. $p = \rho gh$; $\rho = ?$

Разделим обе части уравнения на gh , получим:

$$\frac{p}{gh} = \frac{\cancel{\rho} gh}{\cancel{gh}} \Rightarrow \frac{p}{gh} = \rho \Rightarrow \underline{\rho = \frac{p}{gh}}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: В1 (а), В2 (а), В3 (а).

Пример 2.5. $F_1 h_1 = F_2 h_2$; $h_2 = ?$

Разделим обе части уравнения на F_2 , получим:

$$\frac{F_1 h_1}{F_2} = \frac{\cancel{F_2} h_2}{\cancel{F_2}} \Rightarrow \frac{F_1 h_1}{F_2} = h_2 \Rightarrow \underline{h_2 = \frac{F_1 h_1}{F_2}}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б12 (а), Б13 (а), Б14 (а), Б15 (а).

Пример 2.6. $\frac{A}{l} = F$, $A = ?$

Умножим обе части уравнения на l , получим:

$$\frac{A}{l} \cdot l = F \cdot l \Rightarrow \frac{\cancel{A} \cdot \cancel{l}}{\cancel{l}} = Fl \Rightarrow \underline{A = Fl}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: А11, А12, А13, А14, А15.

Пример 2.7. $b = \frac{s}{c}$; $s = ?$

Умножим обе части уравнения на c , получим:

$$b \cdot c = \frac{s}{c} \cdot c \Rightarrow bc = \frac{\cancel{sc}}{\cancel{c}} \Rightarrow bc = s \Rightarrow \underline{s = bc}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б20, Б21, Б22, Б23, Б24.

Пример 2.8. $kh = p_0 - p, h = ?$

Разделим обе части уравнения на k , получим:

$$\frac{\cancel{k}h}{\cancel{k}} = \frac{p_0 - p}{k} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p}{k}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б28 (а), Б29 (а), Б30 (а), Б31 (а), Б32 (а).

Пример 2.9. $S(h_2 - h_1) = V, S = ?$

Разделим обе части уравнения на $(h_2 - h_1)$, получим:

$$\frac{S(\cancel{h_2 - h_1})}{(\cancel{h_2 - h_1})} = \frac{V}{(h_2 - h_1)} \Rightarrow S = \frac{V}{(h_2 - h_1)}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б36, Б37, Б38, Б39, Б40.

Пример 2.10. $b = \frac{a}{x}; x = ?$

1. Умножим обе части уравнения на x , получим:

$$bx = \frac{a}{x} \cdot x \Rightarrow bx = \frac{\cancel{ax}}{\cancel{x}} \Rightarrow bx = a.$$

2. Разделим обе части уравнения на b , получим:

$$\frac{\cancel{b}x}{\cancel{b}} = \frac{a}{b} \Rightarrow x = \frac{a}{b}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: В17, В18, В19, В20, В21.

Пример 2.11. $\frac{b}{x} = c; x = ?$

1. Умножим обе части уравнения на x , получим:

$$\frac{b}{x} \cdot x = c \cdot x \Rightarrow \frac{\cancel{bx}}{\cancel{x}} = cx \Rightarrow b = cx.$$

2. Разделим обе части уравнения на c , получим:

$$\frac{b}{c} = \frac{\cancel{c}x}{\cancel{c}} \Rightarrow \frac{b}{c} = x \Rightarrow x = \frac{b}{c}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: В24, В25, В26, В27, В28.

Пример 2.12. $x + 2 = 3.$

Читатель: Ну, это пример для первого класса: $x = 3 - 2, \underline{x = 1}.$

Автор: А не могли ли Вы пояснить Ваши действия?

Читатель: А что тут особенно пояснять? Я перенес двойку из левой части уравнения в правую, поменяв её знак на противоположный. Вот и всё.

Автор: А на каком основании Вы перенесли двойку из левой части уравнения в правую, да ещё поменяв её знак на противоположный?

Читатель: Это такое правило.

Автор: Такое правило, конечно, существует, но важно понимать, на чем это правило основано.

Поясним это на конкретном примере. Рассмотрим числовое равенство:

$$2 + 3 = 5. \quad (1)$$

Если мы отнимем от обеих частей этого равенства по тройке, то равенство не нарушится: $2 + 3 - 3 = 5 - 3$. Учитывая, что $3 - 3 = 0$, можем записать:

$$2 = 5 - 3. \quad (2)$$

Итак, мы получили равенство (2) из равенства (1), произведя вычитание из обеих частей одного и того же числа 3. Но если мы сравним равенства (1) и (2), то увидим, что *чисто внешне* получилось так, как *если бы* мы перенесли число 3 из левой части равенства в правую, поменяв у него знак на противоположный.

Пример 2.13. $m_1 + m_2 = M$, $m_1 = ?$

Перенесем m_2 в правую часть уравнения, поменяв знак на противоположный, и получим ответ:

$$\underline{m_1 = M - m_2.}$$

СТОП! Решите самостоятельно: A20 (a), A21 (a), A22 (a), A23 (a), A24 (a).

Пример 2.14. $x - a = b$, $x = ?$

Перенесем $(-a)$ в правую часть, поменяв знак на противоположный, получим:

$$x \left[\begin{array}{c} \text{---} \\ -a \\ \text{---} \end{array} \right] = b \quad \Downarrow \Rightarrow \underline{x = b + a.}$$

СТОП! Решите самостоятельно: A28, A29, A30, A31, A32.

Пример 2.15. $mg + P_1 = P_2$; $m = ?$

1. Перенесем P_1 в правую часть, поменяв знак на противоположный, получим:

$$mg + \boxed{P_1} = P_2 \Rightarrow \underline{mg = P_2 - P_1}.$$

2. Разделим обе части уравнения на g , получим:

$$\frac{mg}{g} = \frac{P_2 - P_1}{g} \Rightarrow m = \underline{\frac{P_2 - P_1}{g}}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б41, Б42, Б43, Б44, Б45 (а).

Пример 2.16. $a - x = b$, $x = ?$

Перенесем $(-x)$ в правую часть уравнения, а b – в левую, получим:

$$a \uparrow \boxed{-x} = \boxed{b} \downarrow \Rightarrow a - b = x \Rightarrow \underline{x = a - b}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Б50, Б51, Б52, Б53, Б54.

Пример 2.17. $P_c - \rho Vg = P_r$; $V = ?$

1. Перенесем $(-\rho Vg)$ в правую часть уравнения, а P_r – в левую, получим:

$$P_c \uparrow \boxed{-\rho Vg} = \boxed{P_r} \downarrow \Rightarrow P_c - P_r = \rho Vg.$$

2. Разделим обе части уравнения на ρg , получим:

$$\frac{P_c - P_r}{\rho g} = \frac{\rho Vg}{\rho g} \Rightarrow \frac{P_c - P_r}{\rho g} = V \Rightarrow V = \underline{\frac{P_c - P_r}{\rho g}}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: В31 (а), В32, В33 (а).

Пример 2.18. $F(h_1 - h_2) = A$; $h_1 = ?$

1. Разделим обе части уравнения на F , получим:

$$\frac{\cancel{F}(h_1 - h_2)}{\cancel{F}} = \frac{A}{F} \Rightarrow h_1 - h_2 = \frac{A}{F}.$$

2. Перенесем $(-h_2)$ в правую часть, получим ответ:

$$h_1 \boxed{-h_2} = \frac{A}{F} \Rightarrow \underline{h_1 = \frac{A}{F} + h_2}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: В39, В40, В41.

Пример 2.19. $\rho g S(H - h) = F$; $h = ?$

1. Разделим обе части уравнения на $\rho g S$, получим:

$$\frac{\rho g S(H - h)}{\rho g S} = \frac{F}{\rho g S} \Rightarrow H - h = \frac{F}{\rho g S}.$$

2. Перенесем $(-h)$ в правую часть уравнения, а $\frac{F}{\rho g S}$ – в левую,

получим:

$$H \boxed{-h} = \boxed{\frac{F}{\rho g S}} \Rightarrow H - \frac{F}{\rho g S} = h \Rightarrow \underline{h = H - \frac{F}{\rho g S}}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Г6, Г7, Г8.

Уравнения, в которых неизвестное содержится в обеих частях уравнения

Основная идея решения таких уравнений состоит в том, чтобы собрать все члены, содержащие неизвестную величину, в одной части уравнения, а не содержащие – в другой.

Пример 2.20. $3x + 2 = 2x + 4$; $x = ?$

$$\begin{array}{c} \uparrow \quad \quad \downarrow \\ 3x \quad + \quad \boxed{2} = \boxed{2x} + 4 \\ \downarrow \quad \quad \uparrow \\ -2x + 3x = +4 - 2 \Rightarrow \underline{x = 2.} \end{array}$$

Пример 2.21. $ax + b = cx + d$; $x = ?$

1. Перенесем b в правую часть уравнения, а cx – в левую, получим:

$$\uparrow \quad \quad \downarrow \\ ax \quad \boxed{+b} = \boxed{cx} + d \Rightarrow -cx + ax = +d - b.$$

2. Вынесем за скобки x :

$$x(a - c) = d - b.$$

3. Разделим обе части уравнения на $(a - c)$, получим ответ:

$$\frac{\cancel{x(a-c)}}{\cancel{(a-c)}} = \frac{d-b}{a-c} \Rightarrow x = \frac{d-b}{a-c}.$$

Пример 2.22. $u(t + \tau) = v\tau$, $\tau = ?$

1. Раскроем скобки в левой части уравнения, получим:

$$u(t + \tau) = v\tau \Rightarrow ut + u\tau = v\tau.$$

2. Перенесем член уравнения $u\tau$, содержащий неизвестную величину τ , в правую часть, получим:

$$ut + \boxed{u\tau} = v\tau \Rightarrow ut = v\tau - u\tau.$$

3. Вынесем τ за скобки, получим:

$$ut = \tau(v - u).$$

4. Разделим обе части уравнения на $(v - u)$, получим ответ:

$$\frac{ut}{v-u} = \frac{\tau(v-u)}{v-u} \Rightarrow \tau = \frac{ut}{v-u}.$$

СТОП! Решите самостоятельно: Г18, Г19, Г20, Г21.

Системы уравнений

Пример 2.23.
$$\begin{cases} 3x = 9; & (1) \\ yx = 15. & (2) \end{cases} \quad x = ? \quad y = ?$$

Уравнение (1) содержит только одно неизвестное x , поэтому решить его не представляет труда: $x = \frac{9}{3} \Rightarrow x = 3$.

Зная значение x , мы можем подставить его в уравнение (2) и найти y :

$$y \cdot 3 = 15 \Rightarrow y = \frac{15}{3} \Rightarrow y = 5.$$

Запишем ответ:
$$\underline{\underline{\begin{cases} x = 3; \\ y = 5. \end{cases}}}$$

Пример 2.24.
$$\begin{cases} lk = L; & (1) \\ Vk^3 = V_0. & (2) \end{cases} \quad k = ? \quad V = ?$$

1. Из уравнения (1), которое содержит только одно неизвестное k , найдем k : $k = \frac{L}{l}$.

2. Подставим значение k в уравнение (2): $V\left(\frac{L}{l}\right)^3 = V_0$.

3. Умножим обе части уравнения на дробь $\frac{l^3}{L^3}$:

$$V\left(\frac{L}{l}\right)^3 \cdot \frac{l^3}{L^3} = V_0 \frac{l^3}{L^3} \Rightarrow V \frac{\cancel{L^3}}{\cancel{l^3}} \cdot \frac{l^3}{\cancel{L^3}} = V_0 \frac{l^3}{L^3} \Rightarrow V = V_0 \frac{l^3}{L^3}.$$

Запишем ответ:
$$\begin{cases} k = \frac{L}{l}; \\ V = V_0 \frac{l^3}{L^3}. \end{cases}$$

СТОП! Решите самостоятельно: Г30, Г31, Г32, Г33.

Пример 2.25.
$$\begin{cases} x + y = 3; & (1) \\ x + 2y = 5. & (2) \end{cases} \quad x = ? \quad y = ?$$

В данной системе в каждое уравнение входят два неизвестных: x и y . Такую систему можно решить несколькими методами, из которых наиболее простой *метод подстановки*.

1. Выразим из уравнения (1) неизвестное x через неизвестное y :

$$x = 3 - y. \quad (3)$$

2. Подставим это значение x в уравнение (2):

$$\begin{aligned} (3 - y) + 2y = 5 &\Rightarrow 3 - y + 2y = 5 \Rightarrow 3 + y = 5 \Rightarrow \\ &\Rightarrow y = 5 - 3 \Rightarrow y = 2. \end{aligned}$$

3. Подставим это значение y в (3) и получим значение x :

$$x = 3 - y = 3 - 2 = 1.$$

Запишем окончательный ответ:
$$\begin{cases} x = 1; \\ y = 2. \end{cases}$$

Пример 2.26.
$$\begin{cases} ut_1 = L; & (1) \\ ut_2 = L + s. & (2) \end{cases} \quad u = ? \quad L = ?$$

В данном случае в каждое уравнение системы входят два неизвестных u и L .

1. Из уравнения (1) выразим неизвестное L :

$$L = ut_1.$$

2. Подставим значение L в уравнение (2), получим:

$$ut_2 = ut_1 + s.$$

3. Это уравнение с одним неизвестным, решим его:

$$\begin{aligned} ut_2 \uparrow &= \boxed{ut_1} + s \Rightarrow ut_2 - ut_1 = s \Rightarrow u(t_2 - t_1) = s \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{u(\cancel{t_2} - \cancel{t_1})}{\cancel{t_2} - \cancel{t_1}} = \frac{s}{t_2 - t_1} \Rightarrow u = \frac{s}{t_2 - t_1}. \end{aligned}$$

4. Подставим найденное значение u в уравнение (1) и получим неизвестное L :

$$\frac{s}{t_2 - t_1} \cdot t_1 = L \Rightarrow L = \frac{st_1}{t_2 - t_1}$$

Запишем окончательный ответ:
$$\begin{cases} u = \frac{s}{t_2 - t_1}; \\ L = \frac{st_1}{t_2 - t_1}. \end{cases}$$

СТОП! Решите самостоятельно: Д9, Д10, Д11.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задачи очень лёгкие

A1. $vt = s$; а) $t = ?$ б) $v = ?$
A2. $mn = M$; а) $m = ?$ б) $n = ?$
A3. $nS_0 = S$; а) $n = ?$ б) $S_0 = ?$
A4. $m_2g = F_2$; а) $m_2 = ?$ б) $g = ?$
A5. $Nt = A$; а) $N = ?$ б) $t = ?$
A6. $Fv = N$; а) $F = ?$ б) $v = ?$

A7. $\eta A_3 = A_n$; а) $\eta = ?$ б) $A_3 = ?$
A8. $Fl = A$; а) $F = ?$ б) $l = ?$
A9. $ab = S$; а) $a = ?$ б) $b = ?$
A10. $\pi D = l$; $D = ?$
A11. $\frac{x}{a} = b$; $x = ?$

- A12. $\frac{m}{V} = \rho$; $m = ?$
 A13. $\frac{s}{t} = v$; $s = ?$
 A14. $\frac{M}{m} = n$; $M = ?$
 A15. $\frac{S}{S_0} = n$; $S = ?$
 A16. $\frac{F_T}{g} = m$; $F_T = ?$
 A17. $\frac{A}{t} = N$; $A = ?$
 A18. $\frac{A_1}{f_1} = S_1$; $A_1 = ?$
 A19. $\frac{A}{h} = P$; $A = ?$
 A20. $m_A + m_B = M$; а) $m_A = ?$ б) $m_B = ?$
 A21. $v_1 + v_2 = V$; а) $v_1 = ?$ б) $v_2 = ?$
 A22. $x + m = m_1$; а) $x = ?$ б) $m = ?$
 A23. $h_1 + h_2 = x$; а) $h_1 = ?$ б) $h_2 = ?$
 A24. $P_B + P_C = P_A$; а) $P_B = ?$ б) $P_C = ?$
 A25. $D = d + 2a$; $d = ?$
 A26. $l = l_1 + l_2$; а) $l_1 = ?$ б) $l_2 = ?$
 A27. $S = S_1 + S_2$; а) $S_1 = ?$ б) $S_2 = ?$
 A28. $M - m_c = m_a$; $M = ?$
 A29. $D - d = c$; $D = ?$
 A30. $R - F_1 = F_2$; $R = ?$
 A31. $l_1 - l_0 = \Delta l$; $l_1 = ?$
 A32. $h_x - x = h_0$; $h_x = ?$
 A33. $\Delta t = t_k - t_H$; $t_k = ?$
 A34. $m_B = m_p - m_K$; $m_p = ?$
 A35. $H = h - S$; $h = ?$

Задачи лёгкие

- Б1. $V = SH$; а) $S = ?$ б) $H = ?$
 Б2. $S = n\alpha^2$; $n = ?$

- Б3. $\tau = \tau_0 n$; а) $\tau_0 = ?$ б) $n = ?$
 Б4. $\Delta S = u\tau$; а) $u = ?$ б) $\tau = ?$
 Б5. $M = \rho V$; а) $\rho = ?$ б) $V = ?$
 Б6. $V = vn$; а) $v = ?$ б) $n = ?$
 Б7. $P = mg$; а) $m = ?$ б) $g = ?$
 Б8. $F = k\Delta l$; а) $k = ?$ б) $\Delta l = ?$
 Б9. $F_1 = k_1 x_1$; а) $k_1 = ?$ б) $x_1 = ?$
 Б10. $F = ps$; а) $p = ?$ б) $s = ?$
 Б11. $2m = \pi \rho d^2 h$; $m = ?$
 Б12. $mgh = Nt$; а) $N = ?$ б) $t = ?$
 Б13. $FS = mgh$; а) $F = ?$ б) $S = ?$
 Б14. $P_1 l_1 = P_2 l_2$; а) $P_1 = ?$ б) $l_1 = ?$
 Б15. $2F\eta = mg$; а) $m = ?$ б) $g = ?$
 Б16. $m_1 v_1 = m_2 v_2$; а) $m_2 = ?$ б) $v_2 = ?$
 Б17. $F_1 x_1 = F_2 x_2$; а) $F_1 = ?$ б) $x_1 = ?$
 Б18. $S_1 h_1 = S_2 h_2$; а) $S_2 = ?$ б) $h_2 = ?$
 Б19. $vt = 2\pi R$; а) $v = ?$ б) $t = ?$
 Б20. $c = \frac{V}{S}$; $V = ?$
 Б21. $t = \frac{l}{v}$; $l = ?$
 Б22. $v = \frac{l_0}{\tau}$; $l_0 = ?$
 Б23. $S = \frac{v}{l}$; $v = ?$
 Б24. $d = \frac{v_0}{S}$; $v_0 = ?$
 Б25. $\eta = \frac{A_{II}}{A_3}$; $A_{II} = ?$
 Б26. $d = \frac{l}{\pi}$; $l = ?$
 Б27. $k = \frac{l_1}{l_2}$; $l_1 = ?$
 Б28. $vt = s_1 + s_2$; а) $v = ?$ б) $t = ?$
 Б29. $v_1 t_1 = s_1 - s_2$; а) $v_1 = ?$ б) $t_1 = ?$
 Б30. $u\tau = x_K - x_H$; а) $u = ?$ б) $\tau = ?$

- Б31. $vt = L + l$; а) $v = ?$ б) $t = ?$
 Б32. $\rho V = m_1 + m_2$; а) $\rho = ?$ б) $V = ?$
 Б33. $\rho_B V = M_2 - M_1$; а) $\rho_B = ?$ б) $V = ?$
 Б34. $kh = p_0 - p$; а) $h = ?$ б) $k = ?$
 Б35. $\rho gh = p_0 - p$; а) $\rho = ?$
 б) $g = ?$ в) $h = ?$
 Б36. $\Delta m = V(\rho - \rho_1)$; $V = ?$
 Б37. $M = \rho(V_H - V_K)$; $\rho = ?$
 Б38. $v(F_1 + F_2) = N$; $v = ?$
 Б39. $l(F_1 + F_{\text{тп}}) = A$; $l = ?$
 Б40. $S(F - f) = A$; $S = ?$

- Б41. $mg - \rho Vg = T$; $m = ?$
 Б42. $P = P_c + Mg$; $M = ?$
 Б43. $v_1 t_B + v_1 \tau = v_2 t_B$; $\tau = ?$
 Б44. $L = v\tau - l$; $v = ?$
 Б45. $S = v\tau + u\tau$; а) $v = ?$ б) $u = ?$
 Б46. $m_1 + \rho V = m_2$; а) $\rho = ?$ б) $V = ?$
 Б47. $m = \rho_p V_p + \rho_c V_c$;
 а) $\rho_p = ?$ б) $V_p = ?$
 Б48. $\rho_B Vg = \rho_{\pi} Vg + P$; $\rho_{\pi} = ?$
 Б49. $p_B = \rho gh + p_A$; $h = ?$
 Б50. $\Delta m = m_1 - m_2$; $m_2 = ?$
 Б51. $D - d = 2a$; $d = ?$
 Б52. $S_1 - S_2 = S$; $S_2 = ?$
 Б53. $h_1 - h_2 = H$; $h_2 = ?$
 Б54. $\Delta p = p_K - p_H$; $p_H = ?$
 Б55. $N - N_1 = N_2$; $N_1 = ?$
 Б56. $\Delta F = F_2 - F_1$; $F_1 = ?$
 Б57. $\Delta t = t_2 - t_1$; $t_1 = ?$

Задачи средней трудности

- В1. $\rho abc = m$; а) $a = ?$ б) $\rho = ?$
 В2. $m = \rho \pi R^2 h$; а) $\rho = ?$ б) $h = ?$
 В3. $m = \rho n abc$; а) $n = ?$ б) $c = ?$
 В4. $\rho g V h = N\tau$; а) $\rho = ?$
 б) $V = ?$ в) $h = ?$
 В5. $\eta F h_2 = mgh_1$; а) $\eta = ?$

- б) $F = ?$ в) $h_2 = ?$
 В6. $Mg = \rho Shg$; $M = ?$
 В7. $m_1 gh_1 = m_2 gh_2$; а) $m_1 = ?$ б) $h_1 = ?$
 В8. $\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$; а) $\rho_2 = ?$ б) $h_2 = ?$
 В9. $\rho_B(l - \Delta l) = \rho_{\pi} l$; $\rho_B = ?$
 В10. $H(\rho_0 - \rho_1) = h\rho_0$; $H = ?$
 В11. $\rho_{\text{ж}}(V + l^2 h) = \rho_B V$; $\rho_{\text{ж}} = ?$
 В12. $l_2(F_1 + F_2) = F_1 l$; $l_2 = ?$
 В13. $F_1(l_1 - l_2) = F_2 l_2$; $F_1 = ?$
 В14. $P = g(\rho - \rho_1)V$; а) $V = ?$ б) $g = ?$
 В15. $A = (F_A - \rho g V)h$; $h = ?$
 В16. $A = (\rho Vg - P)H$; $H = ?$

- В17. $n = \frac{M}{m}$; $m = ?$
 В18. $g = \frac{F}{M}$; $M = ?$
 В19. $F = \frac{N}{v}$; $v = ?$
 В20. $a^2 = \frac{S}{h}$; $h = ?$
 В21. $m = \frac{P}{g}$; $g = ?$
 В22. $x = \frac{F}{k}$; $k = ?$
 В23. $v = \frac{S}{t}$; $t = ?$
 В24. $\frac{S}{S_0} = n$; $S_0 = ?$
 В25. $\frac{A}{N} = t$; $N = ?$
 В26. $\frac{S}{b} = a$; $b = ?$
 В27. $\frac{\tau}{\tau_0} = n$; $\tau_0 = ?$
 В28. $\frac{F}{\Delta l} = k$; $\Delta l = ?$
 В29. $\frac{m}{V} = \rho$; $V = ?$

$$\text{B30. } \frac{F}{p} = S; p = ?$$

$$\text{B31. } p = p_0 - kh; \text{ а) } k = ? \quad \text{б) } h = ?$$

$$\text{B32. } l - v_1\tau = v_2\tau; v_1 = ?$$

$$\text{B33. } mg - \rho Vg = T; \text{ а) } \rho = ? \quad \text{б) } V = ?$$

$$\text{B34. } p = p_0 - \rho gh; \rho = ?$$

$$\text{B35. } F_2 = F_1 - \rho gSh;$$

а) $\rho = ?$ б) $S = ?$ в) $h = ?$

$$\text{B36. } h_0\rho_B = h_p(\rho_p + \rho_n); \rho_p = ?$$

$$\text{B37. } v_2l = v_1(S_1 - S_2); S_1 = ?$$

$$\text{B38. } v_1t = t_B(v_2 - v_1); v_2 = ?$$

$$\text{B39. } A = (F - f)S; F = ?$$

$$\text{B40. } A = (F - \rho gV)h; F = ?$$

$$\text{B41. } t_B(v_2 - v_1) = v_1\tau; v_2 = ?$$

$$\text{B42. } \Delta m = V(\rho - \rho_1); \rho = ?$$

$$\text{B43. } P = (m + M)g; \text{ а) } m = ? \quad \text{б) } M = ?$$

$$\text{B44. } N = (F_1 + F_2)v;$$

а) $F_1 = ?$ б) $F_2 = ?$

$$\text{B45. } F_1l = l_2(F_1 + F_2); F_2 = ?$$

$$\text{B46. } u\tau = t_c(u + v); v = ?$$

$$\text{B47. } \rho_1h = \rho_2(h_1 + h); h_1 = ?$$

$$\text{B48. } v_1t = (v_2 + v_1)\tau; v_2 = ?$$

$$\text{B49. } p = \rho g(h - \Delta h); h = ?$$

$$\text{B50. } \Delta E = Mg(h_2 - h_1); h_2 = ?$$

$$\text{B51. } P = g(\rho - \rho_1)V; \rho = ?$$

$$\text{B52. } F_n = (\rho_B - \rho_n)Vg; \rho_B = ?$$

$$\text{B53. } \Delta p = \rho g(h_1 - h_2); h_1 = ?$$

$$\text{B54. } T = Vg(\rho_r - \rho_B); \rho_r = ?$$

$$\text{B55. } \rho_0gh_1 = 2g\rho(h - h_0); h = ?$$

$$\text{B56. } A = (\rho_1 - \rho_2)Vgh; \rho_1 = ?$$

$$\text{B57. } F_n = NVg(\rho_B - \rho_c); \rho_B = ?$$

Задачи трудные

$$\text{Г1. } A = \frac{3}{16}\rho_B gSl^2; \text{ а) } S = ? \quad \text{б) } \rho_B = ?$$

$$\text{Г2. } \rho_n g l S = \rho_B g S(l - \Delta l); \rho_n = ?$$

$$\text{Г3. } gh\rho_x = g(\rho_B h_B + \rho_p h_p); \rho_x = ?$$

$$\text{Г4. } \rho_0 gh = 2g\rho(h - h_0); \rho_0 = ?$$

$$\text{Г5. } \rho_0 g H_1 = g\rho(2h_1 - h_2); H_1 = ?$$

$$\text{Г6. } \Delta m = V(\rho - \rho_1); \rho_1 = ?$$

$$\text{Г7. } A = (F - f)S; f = ?$$

$$\text{Г8. } A = (\rho_0 Vg - P)H; P = ?$$

$$\text{Г9. } A = \frac{3l}{8}(F_A - P); P = ?$$

$$\text{Г10. } p = \rho g(h - \Delta h); \Delta h = ?$$

$$\text{Г11. } \Delta E = Mg(h_2 - h_1); h_1 = ?$$

$$\text{Г12. } P = Vg(\rho - \rho_1); \rho_1 = ?$$

$$\text{Г13. } A = (\rho_1 - \rho_2)Vgh; \rho_2 = ?$$

$$\text{Г14. } \rho_0 gh = 2g\rho(h + h_0); h_0 = ?$$

$$\text{Г15. } \rho g(2h_1 + h_2) = \rho_0 g H_1; h_2 = ?$$

$$\text{Г16. } P = Mg - \rho_B g(V_3 + V_c); V_3 = ?$$

$$\text{Г17. } P' = P - \rho(V_c + V_B)g; V_c = ?$$

$$\text{Г18. } \rho_B Vg = \rho_n Vg + P; V = ?$$

$$\text{Г19. } \rho_B gHS = \rho_B ghS + F_x; \rho_B = ?$$

$$\text{Г20. } \rho_n l = \rho_B(l - \Delta l); l = ?$$

$$\text{Г21. } \rho_n H = \rho_B(H - h); H = ?$$

$$\text{Г22. } p(\rho_1 - \rho_2) = p'\rho_1; \rho_1 = ?$$

$$\text{Г23. } F_1 l_1 = l_2(F_1 + F_2); F_1 = ?$$

$$\text{Г24. } u(v_1 + v_2) = 2v_1 v_2; v_1 = ?$$

$$\text{Г25. } v_2(2v_1 - u) = uv_1; u = ?$$

$$\text{Г26. } v_1(t + \tau) = v_2\tau; \tau = ?$$

$$\text{Г27. } (v_1 - v_2)t_1 = v_1 t; v_1 = ?$$

$$\text{Г28. } v_c(v_2 + 3v_1) = 4v_1 v_2; v_2 = ?$$

$$\text{Г29. } \rho_n g l S = \rho_B g S(l - \Delta l); l = ?$$

$$\text{Г30. } \begin{cases} \Delta s = u\tau, & (1) \\ l = v\tau, & (2) \end{cases} u = ? \tau = ?$$

$$\text{Г31. } \begin{cases} v\tau_1 = l, & (1) \\ v\tau_2 = l + L, & (2) \end{cases} v = ? L = ?$$

$$\Gamma 32. \begin{cases} ut_1 = S, & (1) \\ ut_2 = S + x, & (2) \end{cases} \quad u = ? \quad t_1 = ?$$

$$\Gamma 33. \begin{cases} F = mg, & (1) \\ F_1 = m_1 g, & (2) \end{cases} \quad g = ? \quad F_1 = ?$$

$$\Gamma 34. \begin{cases} \rho_c V_c + \rho_n V_n = \frac{P}{g}, & (1) \\ P' = P - g\rho_b(V_c + V_b), & (2) \end{cases} \\ P = ? \quad P' = ?$$

$$\Gamma 35. \begin{cases} F_1 = k\Delta l_1, & (1) \\ F_2 = k\Delta l_2, & (2) \\ l_1 = l_0 + \Delta l_1, & (3) \\ l_2 = l_0 + \Delta l_2, & (4) \end{cases} \quad l_1 = ? \quad l_2 = ?$$

$$\Gamma 36. \begin{cases} N = N_1 + N_2, & (1) \\ N = (F_1 + F_2)v, & (2) \\ N_1 = F_1 v_1, & (3) \\ N_2 = F_2 v_2, & (4) \end{cases} \\ v = ? \quad N = ?$$

Задачи очень трудные

$$\text{Д1. } A_1 - A_2 = \frac{1}{2}ga^4(\rho_p - \rho_b); \quad \rho_b = ?$$

$$\text{Д2. } \Delta A = (F - \rho gV)h; \quad V = ?$$

$$\text{Д3. } \rho_r Vg = \rho_2 \Delta Vg + \rho_1(V - \Delta V)g; \\ V = ?$$

$$\text{Д4. } \rho_r gV = \rho_p gV_1 + \rho_b g(V - V_1); \\ V = ?$$

$$\text{Д5. } \rho_r(x+1) = \rho_p + \rho_b x; \quad x = ?$$

$$\text{Д6. } \rho_b gS(h+l) = \rho_b g(S-s)h + \\ + \rho_n gSl; \quad S = ?$$

$$\text{Д7. } \begin{cases} M_2 = M_1 + \rho_b V, & (1) \\ M_3 = M_1 + \rho_x V, & (2) \end{cases} \\ V = ? \quad \rho_x = ?$$

$$\text{Д8. } \begin{cases} m_1 = m_n + \rho_b v, & (1) \\ m_2 = m_n + \rho_b(v - v_c) + \rho_c v_c, & (2) \end{cases} \\ v = ? \quad v_c = ?$$

$$\text{Д9. } \begin{cases} v\tau_1 = l, & (1) \\ v\tau_2 = l + L, & (2) \end{cases} \quad v = ? \quad l = ?$$

$$\text{Д10. } \begin{cases} l_1 + l_2 = l, & (1) \\ l_2 F_2 = l_1 F_1, & (2) \end{cases} \quad l_1 = ? \quad l_2 = ?$$

$$\text{Д11. } \begin{cases} Mgh_1 = mgh_2, & (1) \\ h_1 + h_2 = h, & (2) \end{cases} \\ h_1 = ? \quad h_2 = ?$$

$$\text{Д12. } \begin{cases} \rho_b h_b = \rho_p h_p, & (1) \\ h_b + h_p = h_0, & (2) \end{cases} \\ h_p = ? \quad h_b = ?$$

$$\text{Д13. } \begin{cases} m = \rho_p V_p + \rho_c V_c, & (1) \\ V_p + V_c = V, & (2) \end{cases} \\ V_p = ? \quad V_c = ?$$

$$\text{Д14. } \begin{cases} P_1 = gV(\rho - \rho_1), & (1) \\ P_2 = gV(\rho - \rho_2), & (2) \end{cases} \\ V = ? \quad \rho = ?$$

$$\text{Д15. } \begin{cases} \frac{M}{\rho} = \frac{m_k}{\rho_k} + \frac{m_3}{\rho_3}, & (1) \\ M = m_k + m_3, & (2) \end{cases} \\ m_k = ? \quad m_3 = ?$$

§ 2

A1. a) $t = \frac{s}{v}$,

б) $v = \frac{s}{t}$.

A2. a) $m = \frac{M}{n}$;

б) $m = \frac{M}{n}$.

A3. a) $n = \frac{S}{S_0}$;

б) $S_0 = \frac{S}{n}$.

A4. a) $m_2 = \frac{F_2}{g}$;

б) $g = \frac{F_2}{m_2}$.

A5. a) $N = \frac{A}{t}$;

б) $t = \frac{A}{N}$.

A6. a) $F = \frac{N}{v}$;

б) $v = \frac{N}{F}$.

A7. a) $\eta = \frac{A_n}{A_s}$;

б) $A_s = \frac{A_n}{\eta}$.

A8. a) $F = \frac{A}{l}$;

б) $l = \frac{A}{F}$.

A9. a) $a = \frac{S}{b}$;

б) $b = \frac{S}{a}$.

A10. $D = \frac{l}{\pi}$.

A11. $x = ab$.

A12. $m = \rho V$.

A13. $s = vt$.

A14. $M = mn$.

A15. $S = S_0 n$.

A16. $F_T = mg$.

A17. $A = Nt$.

A18. $A_1 = S_1 f_1$.

A19. $A = Ph$.

A20. a) $m_{\pi} = M - m_{\text{в}}$;

б) $m_{\text{в}} = M - m_{\pi}$.

A21. a) $v_1 = V - v_2$;

б) $v_2 = V - v_1$.

A22. a) $x = m_1 - m$;

б) $m = m_1 - x$.

A23. a) $h_1 = x - h_2$;

б) $h_2 = x - h_1$.

A24. a) $P_{\text{в}} = P_{\text{а}} - P_{\text{с}}$;

б) $P_{\text{с}} = P_{\text{а}} - P_{\text{в}}$.

A25. $d = D - 2a$.

A26. a) $l_1 = l - l_2$;

б) $l_2 = l - l_1$.

A27. a) $S_1 = S - S_2$;

б) $S_2 = S - S_1$.

A28. $M = m_{\text{а}} + m_{\text{с}}$.

A29. $D = c + d$.

A30. $R = F_2 + F_1$.

A31. $l_1 = \Delta l + l_0$.

A32. $h_x = h_0 + x$.

A33. $t_{\text{к}} = \Delta t + t_{\text{в}}$.

A34. $m_{\text{п}} = m_{\text{в}} + m_{\text{к}}$.

A35. $h = H + S$.

Б1. a) $S = \frac{V}{H}$;

б) $H = \frac{V}{S}$.

Б2. $n = \frac{S}{a^2}$.

Б3. a) $\tau_0 = \frac{\tau}{n}$;

б) $n = \frac{\tau}{\tau_0}$.

Б4. a) $u = \frac{\Delta s}{\tau}$;

б) $\tau = \frac{\Delta s}{u}$.

Б5. a) $\rho = \frac{M}{V}$;

б) $V = \frac{M}{\rho}$.

Б6. a) $v = \frac{V}{n}$;

б) $n = \frac{V}{v}$.

Б7. a) $m = \frac{P}{g}$;

б) $g = \frac{P}{m}$.

$$\text{Б8. а) } k = \frac{F}{\Delta l};$$

$$\text{б) } \Delta l = \frac{F}{k}.$$

$$\text{Б9. а) } k_1 = \frac{F_1}{x_1};$$

$$\text{б) } x_1 = \frac{F_1}{k_1}.$$

$$\text{Б10. а) } p = \frac{F}{S};$$

$$\text{б) } S = \frac{F}{p}.$$

$$\text{Б11. } m = \frac{\pi \rho d^2 h}{2}.$$

$$\text{Б12. а) } N = \frac{mgh}{t};$$

$$\text{б) } t = \frac{mgh}{N}.$$

$$\text{Б13. а) } F = \frac{mgh}{S};$$

$$\text{б) } S = \frac{mgh}{F}.$$

$$\text{Б14. а) } R_1 = \frac{P_2 l_2}{l_1};$$

$$\text{б) } l_1 = \frac{P_2 l_2}{R_1}.$$

$$\text{Б15. а) } m = \frac{2F\eta}{g};$$

$$\text{б) } g = \frac{2F\eta}{m}.$$

$$\text{Б16. а) } m_2 = \frac{m_1 v_1}{v_2};$$

$$\text{б) } v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}.$$

$$\text{Б17. а) } F_1 = \frac{F_2 x_2}{x_1};$$

$$\text{б) } x_1 = \frac{F_2 x_2}{F_1}.$$

$$\text{Б18. а) } S_2 = \frac{S_1 h_1}{h_2};$$

$$\text{б) } h_2 = \frac{S_1 h_1}{S_2}.$$

$$\text{Б19. а) } v = \frac{2\pi R}{t};$$

$$\text{б) } t = \frac{2\pi R}{v}.$$

$$\text{Б20. } V = Sc.$$

$$\text{Б21. } l = vt.$$

$$\text{Б22. } l_0 = \tau v.$$

$$\text{Б23. } v = Sl.$$

$$\text{Б24. } v_0 = Sd.$$

$$\text{Б25. } A_n = A_3 \eta.$$

$$\text{Б26. } l = \pi d.$$

$$\text{Б27. } l_1 = l_2 k.$$

$$\text{Б28. а) } v = \frac{s_1 + s_2}{t};$$

$$\text{б) } t = \frac{s_1 + s_2}{v}.$$

$$\text{Б29. а) } v_1 = \frac{s_1 - s_2}{t_1};$$

$$\text{б) } t_1 = \frac{s_1 - s_2}{v_1}.$$

$$\text{Б30. а) } u = \frac{x_k - x_n}{\tau};$$

$$\text{б) } \tau = \frac{x_k - x_n}{u}.$$

$$\text{Б31. а) } v = \frac{L + l}{\tau};$$

$$\text{б) } \tau = \frac{L + l}{v}.$$

$$\text{Б32. а) } \rho = \frac{m_1 + m_2}{V};$$

$$\text{б) } V = \frac{m_1 + m_2}{\rho}.$$

$$\text{Б33. а) } \rho_a = \frac{M_2 - M_1}{V};$$

$$\text{б) } V = \frac{M_2 - M_1}{\rho_a}.$$

$$\text{Б34. а) } h = \frac{p_0 - p}{k};$$

$$\text{б) } k = \frac{p_0 - p}{h}.$$

$$\text{Б35. а) } \rho = \frac{p_0 - p}{gh};$$

$$\text{б) } g = \frac{p_0 - p}{\rho h};$$

$$\text{в) } h = \frac{p_0 - p}{g\rho}.$$

$$\text{Б36. } V = \frac{\Delta m}{\rho - \rho_1}.$$

$$\text{Б37. } \rho = \frac{M}{V_n - V_k}.$$

$$\text{Б38. } v = \frac{N}{F_1 + F_2}.$$

$$\text{Б39. } l = \frac{A}{F_1 + F_{\text{тр}}}.$$

$$\text{Б40. } S = \frac{A}{F - f}.$$

$$\text{Б41. } m = \frac{T + \rho V g}{g}.$$

$$\text{Б42. } M = \frac{P - P_c}{g}$$

$$\text{Б43. } \tau = \frac{v_2 t_{\text{в}} - v_1 t_{\text{в}}}{v_1}$$

$$\text{Б44. } v = \frac{L + l}{\tau}$$

$$\text{Б45. а) } v = \frac{s - u\tau}{\tau};$$

$$\text{б) } u = \frac{s - v\tau}{\tau}$$

$$\text{Б46. а) } \rho = \frac{m_2 - m_1}{V};$$

$$\text{б) } V = \frac{m_2 - m_1}{\rho}$$

$$\text{Б47. а) } \rho_p = \frac{m - \rho_c V_c}{V_p};$$

$$\text{б) } V_p = \frac{m - \rho_c V_c}{\rho_p}$$

$$\text{Б48. } \rho_{\pi} = \frac{\rho_{\text{в}} V g - P}{V g}$$

$$\text{Б49. } h = \frac{P_{\text{в}} - P_{\text{А}}}{\rho g}$$

$$\text{Б50. } m_2 = m_1 - \Delta m.$$

$$\text{Б51. } d = D - 2a.$$

$$\text{Б52. } S_2 = S_1 - S.$$

$$\text{Б53. } h_2 = h_1 - H.$$

$$\text{Б54. } p_{\text{в}} = p_{\text{к}} - \Delta p.$$

$$\text{Б55. } N_1 = N - N_2.$$

$$\text{Б56. } F_1 = F_2 - \Delta F.$$

$$\text{Б57. } t_1 = t_2 - \Delta t.$$

$$\text{Б1. а) } a = \frac{m}{\rho b c};$$

$$\text{б) } \rho = \frac{m}{a b c}$$

$$\text{Б2. а) } \rho = \frac{m}{\pi R^2 h};$$

$$\text{б) } h = \frac{m}{\rho \pi R^2}$$

$$\text{Б3. а) } n = \frac{m}{\rho a b c};$$

$$\text{б) } c = \frac{m}{\rho n a b}$$

$$\text{Б4. а) } \rho = \frac{N \tau}{g V h};$$

$$\text{б) } V = \frac{N \tau}{\rho g h};$$

$$\text{в) } h = \frac{N \tau}{\rho g V}$$

$$\text{Б5. а) } \eta = \frac{m g h_1}{F h_2};$$

$$\text{б) } F = \frac{m g h_1}{\eta h_2};$$

$$\text{в) } h_2 = \frac{m g h_1}{\eta F}$$

$$\text{Б6. } M = \rho S h.$$

$$\text{Б7. а) } m_1 = \frac{m_2 h_2}{h_1};$$

$$\text{б) } h_1 = \frac{m_2 h_2}{m_1}$$

$$\text{Б8. а) } \rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2};$$

$$\text{б) } h_2 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2}$$

$$\text{Б9. } \rho_{\text{в}} = \frac{\rho_{\pi} l}{l - \Delta l}$$

$$\text{Б10. } H = \frac{h \rho_0}{\rho_0 - \rho_1}$$

$$\text{Б11. } \rho_{\text{ж}} = \frac{\rho_{\text{в}} V}{V + l^2 h}$$

$$\text{Б12. } l_2 = \frac{F_1 l}{F_1 + F_2}$$

$$\text{Б13. } F_1 = \frac{F_2 l_2}{l_1 - l_2}$$

$$\text{Б14. а) } V = \frac{P}{g(\rho - \rho_1)};$$

$$\text{б) } g = \frac{P}{(\rho - \rho_1) V}$$

$$\text{Б15. } h = \frac{A}{F_A - \rho g V}$$

$$\text{Б16. } H = \frac{A}{\rho g V - P}$$

$$\text{Б17. } m = \frac{M}{n}$$

$$\text{Б18. } M = \frac{F}{g}$$

$$\text{Б19. } v = \frac{N}{F}$$

$$\text{Б20. } h = \frac{S}{a^2}$$

$$\text{Б21. } g = \frac{P}{m}$$

$$\text{Б22. } k = \frac{F}{x}$$

$$\text{Б23. } t = \frac{s}{v}$$

$$\text{Б24. } S_0 = \frac{S}{n}$$

$$\text{B25. } N = \frac{A}{t}.$$

$$\text{B26. } b = \frac{S}{a}.$$

$$\text{B27. } \tau_0 = \frac{\tau}{n}.$$

$$\text{B28. } \Delta l = \frac{F}{k}.$$

$$\text{B29. } V = \frac{m}{\rho}.$$

$$\text{B30. } p = \frac{F}{S}.$$

$$\text{B31. a) } k = \frac{p_0 - p}{h};$$

$$\text{б) } h = \frac{p_0 - p}{k}.$$

$$\text{B32. } v_1 = \frac{l - v_2 \tau}{\tau}.$$

$$\text{B33. a) } \rho = \frac{mg - T}{Vg};$$

$$\text{б) } V = \frac{mg - T}{\rho g}.$$

$$\text{B34. } \rho = \frac{p_0 - p}{gh}.$$

$$\text{B35. a) } \rho = \frac{F_1 - F_2}{gSh};$$

$$\text{б) } S = \frac{F_1 - F_2}{\rho gh};$$

$$\text{в) } h = \frac{F_1 - F_2}{\rho g S}.$$

$$\text{B36. } \rho_p = \frac{h_0 \rho_B}{h_p} - \rho_x.$$

$$\text{B37. } S_1 = S_2 + \frac{v_2 l}{v_1}.$$

$$\text{B38. } v_2 = v_1 + \frac{v_1 t}{t_B}.$$

$$\text{B39. } F = f + \frac{A}{S}.$$

$$\text{B40. } F = \frac{A}{h} + \rho g V.$$

$$\text{B41. } v_2 = v_1 + \frac{v_1 \tau}{t_B}.$$

$$\text{B42. } \rho = \rho_1 + \frac{\Delta m}{V}.$$

$$\text{B43. a) } m = \frac{P}{g} - M;$$

$$\text{б) } M = \frac{P}{g} - m.$$

$$\text{B44. a) } F_1 = \frac{N}{v} - F_2;$$

$$\text{б) } F_2 = \frac{N}{v} - F_1.$$

$$\text{B45. } F_2 = \frac{F_1 l}{l_2} - F_1.$$

$$\text{B46. } v = \frac{u \tau}{t_c} - u.$$

$$\text{B47. } h_1 = \frac{\rho_1 h}{\rho_2} - h.$$

$$\text{B48. } v_2 = \frac{v_1 t}{\tau} - v_1.$$

$$\text{B49. } h = \Delta h + \frac{p}{\rho g}.$$

$$\text{B50. } h_2 = h_1 + \frac{\Delta E}{Mg}.$$

$$\text{B51. } \rho = \rho_1 + \frac{P}{gV}.$$

$$\text{B52. } \rho_B = \rho_{\pi} + \frac{F_{\pi}}{gV}.$$

$$\text{B53. } h_1 = h_2 + \frac{\Delta \rho}{\rho g}.$$

$$\text{B54. } \rho_{\tau} = \rho_B + \frac{T}{gV}.$$

$$\text{B55. } h = h_0 + \frac{\rho_0 h_1}{2\rho}.$$

$$\text{B56. } \rho_1 = \rho_2 + \frac{A}{Vgh}.$$

$$\text{B57. } \rho_B = \rho_c + \frac{F_{\pi}}{NVg}.$$

$$\text{Г1. a) } S = \frac{16A}{3\rho_B g l^2};$$

$$\text{б) } \rho_B = \frac{16A}{3g S l^2}.$$

$$\text{Г2. } \rho_{\pi} = \frac{\rho_B (l - \Delta l)}{l}.$$

$$\text{Г3. } \rho_x = \frac{\rho_B h_B + \rho_p h_p}{h}.$$

$$\text{Г4. } \rho_0 = \frac{2\rho(h - h_0)}{h}.$$

$$\text{Г5. } H_1 = \frac{\rho(2h_1 - h_2)}{\rho_0}.$$

$$\text{Г6. } \rho_1 = \rho - \frac{\Delta m}{V}.$$

$$\text{Г7. } f = F - \frac{A}{S}.$$

$$\text{Г8. } P = \rho_0 V g - \frac{A}{H}.$$

$$\Gamma 9. P = F_A - \frac{8A}{3l}.$$

$$\Gamma 10. \Delta h = h - \frac{P}{\rho g}.$$

$$\Gamma 11. h_1 = h_2 - \frac{\Delta E}{Mg}.$$

$$\Gamma 12. \rho_1 = \rho - \frac{P}{Vg}.$$

$$\Gamma 13. \rho_2 = \rho_1 - \frac{A}{Vgh}.$$

$$\Gamma 14. h_0 = \frac{\rho_0 h}{2\rho} - h.$$

$$\Gamma 15. h_2 = -2h_1 + \frac{\rho_0 H_1}{\rho}.$$

$$\Gamma 16. V_3 = \frac{Mg - P}{\rho_B g} - V_c.$$

$$\Gamma 17. V_c = \frac{P - P'}{\rho g} - V_B.$$

$$\Gamma 18. V = \frac{P}{g(\rho_B - \rho_\pi)}.$$

$$\Gamma 19. \rho_B = \frac{F_k}{gS(H - h)}.$$

$$\Gamma 20. l = \frac{\rho_B \Delta l}{\rho_B - \rho_\pi}.$$

$$\Gamma 21. H = \frac{\rho_B h}{\rho_B - \rho_\pi}.$$

$$\Gamma 22. \rho_1 = \frac{p\rho_2}{p - p'}.$$

$$\Gamma 23. F_1 = \frac{l_2 F_2}{l_1 - l_2}.$$

$$\Gamma 24. v_1 = \frac{uv_2}{2v_2 - u}.$$

$$\Gamma 25. u = \frac{2v_2 v_1}{v_1 + v_2}.$$

$$\Gamma 26. \tau = \frac{v_1 t}{v_2 - v_1}.$$

$$\Gamma 27. v_1 = \frac{v_2 t_1}{t_1 - t}.$$

$$\Gamma 28. v_2 = \frac{3v_c v_1}{4v_1 - v_c}.$$

$$\Gamma 29. l = \frac{\rho_B \Delta l}{\rho_B - \rho_\pi}.$$

$$\Gamma 30. \begin{cases} \tau = \frac{l}{v}, \\ u = \frac{\Delta s v}{l}. \end{cases}$$

$$\Gamma 31. \begin{cases} v = \frac{l}{\tau_1}, \\ L = \frac{l\tau_2}{\tau_1} - l. \end{cases}$$

$$\Gamma 32. \begin{cases} u = \frac{S + x}{t_2}, \\ t_1 = \frac{St_2}{S + x}. \end{cases}$$

$$\Gamma 33. \begin{cases} g = \frac{F}{m}, \\ F_1 = \frac{m_1 F}{m}. \end{cases}$$

$$\Gamma 34. \begin{cases} P = g(\rho_c V_c + \rho_\pi V_\pi), \\ P' = g(\rho_c V_c + \rho_\pi V_\pi) - \\ - g\rho_B (V_c + V_\pi). \end{cases}$$

$$\Gamma 35. \begin{cases} l_1 = l_0 + \frac{F_1}{k}, \\ l_2 = l_0 + \frac{F_2}{k}. \end{cases}$$

$$\Gamma 36. \begin{cases} N = F_1 v_1 + F_2 v_2, \\ v = \frac{F_1 v_1 + F_2 v_2}{F_1 + F_2}. \end{cases}$$

$$\Gamma 37. \rho_B = \rho_p - \frac{2(A_1 - A_2)}{ga^4}.$$

$$\Gamma 38. V = \frac{1}{\rho g} \left(F - \frac{\Delta A}{h} \right).$$

$$\Gamma 39. V = \frac{\Delta V (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_\tau - \rho_1}.$$

$$\Gamma 40. V = \frac{V_1 (\rho_p - \rho_B)}{\rho_\tau - \rho_B}.$$

$$\Gamma 41. x = \frac{\rho_p - \rho_\tau}{\rho_\tau - \rho_B}.$$

$$\Gamma 42. S = s \frac{\rho_B h}{l(\rho_\pi - \rho_B)}.$$

$$\Gamma 43. V = \frac{M_2 - M_1}{\rho_B},$$

$$\Gamma 44. \rho_x = \frac{(M_3 - M_1)\rho_B}{M_2 - M_1}.$$

$$\Gamma 45. v = \frac{m_1 - m_\pi}{\rho_B},$$

$$\Gamma 46. v_c = \frac{m_2 - m_\pi}{\rho_c - \rho_B}.$$

$$\text{Д9.} \begin{cases} v = \frac{L}{\tau_2 - \tau_1}, \\ l = \frac{L\tau_1}{\tau_2 - \tau_1}. \end{cases}$$

$$\text{Д10.} \begin{cases} l_1 = \frac{lF_2}{F_1 + F_2}, \\ l_2 = \frac{lF_1}{F_1 + F_2}. \end{cases}$$

$$\text{Д11.} \begin{cases} h_2 = \frac{Mh}{m + M}, \\ h_1 = \frac{mh}{m + M}. \end{cases}$$

$$\text{Д12.} \begin{cases} h_p = h_0 \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{п}}}, \\ h_{\text{в}} = h_0 \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{п}}}. \end{cases}$$

$$\text{Д13.} \begin{cases} V_p = \frac{m - \rho_c V}{\rho_p - \rho_c}, \\ V_c = \frac{V\rho_p - m}{\rho_p - \rho_c}. \end{cases}$$

$$\text{Д14.} \begin{cases} \rho = \frac{R_1\rho_2 - R_2\rho_1}{R_1 - R_2}, \\ V = \frac{R_1 - R_2}{g(\rho_2 - \rho_1)}. \end{cases}$$

$$\text{Д15.} \begin{cases} m_3 = M \frac{\rho_3(\rho_{\text{к}} - \rho)}{\rho(\rho_{\text{к}} - \rho_3)}, \\ m_{\text{к}} = M \frac{\rho_{\text{к}}(\rho - \rho_3)}{\rho(\rho_{\text{к}} - \rho_3)}. \end{cases}$$

Филатов Е.Н. **ФИЗИКА – 7. Часть 1. Строение вещества. Взаимодействие тел:** Учебник для общеобразовательных учебных заведений.– 8-е изд. М.: Авангард, 2014. – 276 с.

Оригинальный учебник, написанный по авторской программе, предназначен для учащихся 7 класса общеобразовательных школ. Главная цель учебника – научить учащихся самостоятельно решать задачи, поэтому большое количество задач предлагается для самостоятельного решения.

Все задачи условно разбиты на пять категорий сложности: очень легкие, легкие, средней трудности, трудные, очень трудные. Очень легкие задачи – это стандартные задачи из традиционных школьных учебников, а очень трудные соответствуют уровню вступительных экзаменов в наиболее престижные вузы Москвы: МФТИ, МГУ, МИФИ.

К большинству задач приведены «подсказки» – краткие рекомендации к их решению и ответы.

В учебнике предусмотрена уровневая дифференциация: значительная часть материала выходит за рамки обязательного минимума содержания и адресована учащимся, проявляющим повышенный интерес к физике. Обязательный материал отмечен жирной чертой.

© Филатов Е.Н., 2004–2014

Компьютерный набор и верстка *Е.Н. Кочубей*

Подписано в печать 10.05.2014. Формат 60x84/16.
Объем 17,25 п.л. Печать офсетная. Тираж 100 экз. Заказ
Издательство ВШМФ “Авангард”.
115446, Москва, Коломенский проезд, д.16