К. Ціолковскій.

Давленіе жидкости на равномѣрно движущуюся въ ней плоскость.

Отдѣльный оттискъ изъ IV тома Трудовъ Отдѣленія Физическихъ Наукъ Императорскаго Общества Любителей Естествознанія.

МОСКВА.
Типографія М. Г. Волчанинова, Б. Черныш. пер., д. Пустошкина, *противъ Англійской церкви.*
1891

К. Ціолковскій.

Давленіе жидкости на равномѣрно движущуюся въ ней плоскость.

Отдѣльный оттискъ изъ IV тома Трудовъ Отдѣленія Физическихъ Наукъ Императорскаго Общества Любителей Естествознанія.

МОСКВА.
Типографія М. Г. Волчанинова, Б. Черныш. пер., д. Пустошкина, *противъ Англійской церкви.*
1891

Давленіе жидкости на равномѣрно движущуюся въ ней плоскость.

К. Ціолковскій.

Равномѣрное и прямолинейное движеніе плоскости мы разложимъ на два слагающихъ движенія, одно изъ которыхъ—по направленію самой плоскости—мы будемъ называть, для краткости, параллельнымъ, а другое, перпендикулярное къ ней,—нормальнымъ.

При одномъ нормальномъ установившемся движеніи (v_n), давленіе, производимое жидкостью на плоскость, выражается формулой

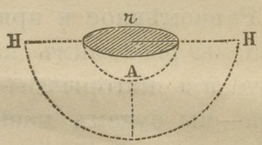
$$(1) \qquad F = \frac{s_1 . d}{g} . v_n^2,$$

въ которой F означаетъ давленіе, s_1—площадь пластинки, d—плотность жидкости, g—ускореніе тяжести и v_n—нормальную скорость пластинки; опредѣленіе давленія по этой формулѣ даетъ величины весьма близкія къ тѣмъ, которыя получаются изъ опытовъ (ошибка не болѣе $^1/_{10}$) съ помощью вращательныхъ приборовъ.

Но пока движеніе плоскости и окружающей ея среды еще не установилось, т. е. не сдѣлалось однообразнымъ, давленіе не можетъ быть опредѣляемо формулой (1).

Опредѣлимъ сначала работу пластинки, необходимую для сообщенія средѣ однообразнаго движенія. Относительно характера этого движенія жидкости мы должны принять какую нибудь гипотезу, которую, разумѣется, будемъ считать настолько вѣроятной, насколько выводы, вытекающіе изъ нея, оправдаются опытомъ.

Вотъ одна изъ этихъ гипотезъ о движеніи несжимаемой среды въ томъ случаѣ, когда пластинка имѣетъ форму круга (фиг. 1).



Фиг. 1.

Наибольшую скорость пріобрѣтаютъ частицы, лежащія близь движущейся плоскости, причемъ движеніе частицъ спереди и сзади плоскости имѣетъ одно направленіе: переднія частицы гонятся впередъ, заднія увлекаются по тому же направленію, вслѣдствіе разрѣженія тамъ воздуха. Мы допустимъ, что сфера жидкости, облекающая пластинку, какъ свой большой кругъ, имѣетъ однообразную скорость, равную скорости пластинки; частицы этой сферы толкаютъ и увлекаютъ другія части жидкости, далѣе лежащія; но такъ какъ пространство, или, такъ сказать, русло ихъ постепенно расширяется, то и скорость частицъ жидкости тѣмъ болѣе уменьшается, чѣмъ далѣе онѣ расположены отъ движущейся плоскости.

На этомъ основаніи (фиг. 1), означая радіусъ площади черезъ r,—радіусъ какого нибудь сферическаго слоя H жидкости через H, его скорость— черезъ V, а скорость пластинки черезъ V_n, найдемъ:

$$V = \frac{v_n . \pi . r^2}{2\pi . H^2} = V_n \cdot \frac{r^2}{2H^2}, \tag{2}$$

ибо, очевидно, что скорость слоя H во столько разъ меньше скорости пластинки, во сколько поверхность слоя больше поверхности пластинки.

Что касается до увлеченія заднихъ частей жидкости движеніемъ, подобнымъ движенію переднихъ толкающихъ частицъ, то это легко видѣть не только изъ опыта, но и теоретически. Въ самомъ дѣлѣ, пусть плоскость сдѣлала нѣкоторое передвиженіе впередъ; тогда, если-бы жидкость не имѣла упругости и притомъ была-бы помѣщена въ средѣ, свободной отъ тяжести,—сзади плоскости, на величину ея передвиженія, осталось-бы брешь — пустота и увлеченіе жидкости пластинкой не существовало-бы; но такъ какъ жидкость, въ обыкновенныхъ условіяхъ, имѣетъ тяжесть, не говоря уже объ упругости, то она тотчасъ же и занимаетъ образованную сзади плоскости пустоту. За первымъ заднимъ слоемъ такимъ же образомъ увлекается слѣдующій и т. д.,—совершенно подобно тому, какъ и передніе слои жидкости толкаютъ другъ друга.

Дифференціалъ опредѣляемой нами работы T движенія жидкости равенъ

$$dT = m . \frac{V^2}{2g}, \text{ гдѣ } m \tag{3}$$

есть масса сферическаго слоя толщиною въ dH; но

$$m = 4\pi . H^2 . dH . d...., \text{ а}$$

$$V = V_n \cdot \frac{r^2}{2H^2}\text{; слѣдовательно:}$$

(4) $$dT = \frac{\pi . d}{2g} . V_n{}^2 . \frac{r^4}{H^2} . dH.$$

Интегрируя это уравненіе, найдемъ:

(5) $$T = \frac{-\pi . d . V_n{}^2}{2g} . \frac{r^4}{H} + C,$$

гдѣ C есть постоянное.

Если $H = r$, то работа T равна той, которая необходима, чтобы сообщить сферѣ A (фиг. 1) постоянную скорость V_n; стало быть:

(6) $$\frac{4}{3} \pi . r^3 . d . \frac{V_n{}^2}{2g} = \frac{-\pi \; d . V_n{}^2}{2g} . r^3 + C;$$

изъ двухъ послѣднихъ уравненій получимъ:

(7) $$T = \frac{\pi . d}{2g} . r^3 . V_n{}^2 \left(1 - \frac{r}{H}\right) + \frac{2\pi . d}{3g} . r^3 . V_n{}^2 .$$

Чтобы опредѣлить работу всей безконечной окружающей плоскость жидкости, надо тутъ положить $H = \infty$; тогда найдемъ:

(8) $$T = \frac{7}{6} . \frac{\pi . d}{g} . r^3 . V_n{}^2 .$$

Зная работу T и передвиженіе плоскости, можно узнать и среднее давленіе на нее.

Но прежде чѣмъ примѣнять послѣднее уравн. къ опредѣленію давленія на плоскость при сложномъ ея движеніи, (т. е. параллельномъ и нормальномъ) необходимо установить слѣдующія положенія:

a) Какъ теорія такъ и опытъ показываютъ, что давленіе на плоскость, при нормальномъ ея движеніи почти строго пропорціонально ея площади, независимо отъ формы послѣдней.

b) Точно также теорія и опытъ показываютъ, что работа T въ первый моментъ нормальнаго движенія плоскости выражается уравн. (8) независимо отъ ея формы, лишь бы плоскость была не очень продолговата; на этихъ двухъ основаніяхъ, теорію которыхъ я тутъ выпускаю за недостаткомъ мѣста, формулу (8) можно примѣнить и къ прямоугольнику $(a.b)$, не очень, однако, продолговатому; для этого замѣнимъ въ ней $\pi.r^2$ и r изъ выраженій

$$\pi.r^2 = s_1, \text{ и } \pi.r^2 = a.b, \text{ откуда } r = \sqrt{\frac{ab}{\pi}};$$

получимъ:

$$T = \frac{7}{6} \cdot \frac{d}{g} \cdot s_1 \cdot \sqrt{\frac{ab}{\pi}} \cdot V_n^2. \tag{9}$$

Опредѣлимъ теперь давленіе воздуха или, вообще, жидкости на прямоугольникъ, одна *сторона* (a) котораго *перпендикулярна параллельному* его *движенію*, а другая (b) параллельна ему.

Если-бы онъ имѣлъ одну нормальную скорость (V_n), то работа пріобрѣтенія ея (въ малый промежутокъ времени) выразилась-бы уравн. (9). Но онъ, кромѣ того, имѣя параллельную скорость V_p, прошолъ пространство V_p въ направленіи, перпендикулярномъ къ прежнему, и потому его секундная работа должна быть во столько разъ больше работы по формулѣ (9), во сколько скорость параллельная V_p больше ширины b прямоугольника, по направленію которой совершается это движеніе. Дѣйствительно, при одной нормальной скорости, прямоугольникъ сообщаетъ извѣстное движеніе воздуху близь площади величиною въ $a.b$; при поступательномъ же движеніи, тотъ же прямоугольникъ въ одну секунду сообщаетъ то-же движеніе воздуху близь поверхности длиною въ V_p и шириною въ a, т. е. пространству величиною въ $V_p.a$, которое больше предыдущаго въ $\frac{V_p.a}{a.b} = \frac{V_p}{b}$ разъ... (10). Каждую часть этой воздушной полосы $V_p.a$ прямоугольникъ давилъ и увлекалъ, хотя и короткое время, но съ опредѣленною скоростію, равной нормальной скорости твердой пластинки, и потому неизбѣжно сообщилъ ей, т. е. полосѣ, нѣкоторое движеніе.

Итакъ, обозначая нормальное давленіе на плоскость, производимое этой причиной, черезъ F, найдемъ, на основаніи форм. (9) и (10), что секундная работа равна

$$(11)\qquad F.V_n = \frac{7.d}{6.g}.s_1.V_n^2\sqrt{\frac{ab}{\pi}}.\left(\frac{V_p}{b}\right),$$

откуда

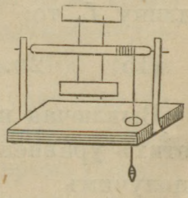
$$(12)\qquad F = \frac{7.d.s_1}{6\sqrt{\pi}.g}.\sqrt{\frac{a}{b}}.V_n.V_p.$$

Вводя во вторую часть этого уравненія множителемъ поправочный коефиціентъ K, *въ виду не полной строгости вывода (10) и ограниченности положенія (10)* и прибавляя къ полученному выраженію давленія (12) давленіе ординарное (1), происходящее при одномъ нормальномъ установившемся движенiи, получимъ:

$$(13)\quad F=\frac{s_1 . d}{g}.V_n^2\left\{1+\frac{7.K}{6\sqrt{\pi}}.\sqrt{\frac{a}{b}}.\left(\frac{V_p}{V_n}\right)\right\}.$$

Прежде чѣмъ указывать на значенiе этой формулы въ наукѣ я считаю необходимымъ провѣрить ее посредствомъ опытовъ.

Приборъ, которымъ мы намѣрены произвести эту повѣрку, состоитъ изъ небольшаго станка съ вращающеюся на немъ горизонтальной осью. Въ перпендикулярномъ направленiи къ оси укрѣплены на ней двѣ тонкiя проволоки, на концы которыхъ можно надѣвать разной величины и продолговатости прямоугольныя пластинки изъ плотной бумаги, такъ что ось тогда получаетъ два прямоугольныхъ и симметрично расположенныхъ крыла (фиг. 2), лежащихъ въ одной съ ней плоскости. Ось и крылья могутъ нѣкоторое время вращаться посредствомъ намотанной на ось нитки, разматываемой тяжестью груза.



Фиг. 2.

На этомъ приборѣ легко видѣть, какъ увеличивается сопротивленiе воздуха при увеличенiи параллельной скорости крыла, которая, дѣйствуя на тонкiя ребра крыла, повидимому, не должна бы оказывать никакого влiянiя на скорость вращенiя крылатки.

Для этого я беру её въ руки и пускаю въ дѣйствiе грузъ;—крылья вертятся съ извѣстною скоростью; если теперь, во время этого вращенiя, я начинаю идти съ приборомъ въ рукахъ, стараясь, чтобы мое движенiе было параллельно оси прибора, то вращенiе, очевидно, замедляется и даже почти останавливается, если скорость поступательнаго движенiя увеличить (грузъ былъ въ 2 грамма, ширина крыльевъ—около 4 сант., длина—около 5 сант.; таково же и ближайшее разстоянiе ихъ до оси).

Но для производства точныхъ опытовъ нужно составить нѣсколько вспомогательныхъ формулъ примѣнительно къ нашему прибору (фиг. 2).

Означая давленiе воздуха на одно крыло черезъ F, разстоянiе центра давленiя до оси — черезъ R, радiусъ оси—черезъ r и грузъ—черезъ P, найдемъ условiе равномѣрнаго движенiя крыльевъ:

$$(14) \qquad 2.F.R = rP.$$

Если крылья въ теченiе времени t сдѣлали n полныхъ оборотовъ, причемъ нить размоталась на длину L, то:

$$(15) \qquad 2\pi.R.n = V_n.t \text{ и } (16)\ 2\pi.r.n = L.$$

Выключая изъ уравненiя (14) R и r, посредствомъ этихъ уравненiй, и F—посредствомъ уравненiя (13), получимъ:

$$(17) \qquad \frac{4s_1.\pi.d}{g.t}.\ R^2.n\left\{\frac{2\pi\ R.n}{t} + \frac{7.k}{6\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{a}{b}}.\ V_p\right\} = \frac{P.L}{2\pi\ n}.$$

Зная, что $s_1 = ab$ и рѣшая это уравненiе относительно t, найдемъ время развертыванiя нити L подъ влiянiемъ различныхъ грузовъ:

$$(18)\qquad t = \frac{14.d\,n^2.R^2}{3.P\,L\,g} \cdot \sqrt{\pi^3.a^3.b.V_p.k} +$$

$$+ \sqrt{\pi^3.a^3.b.} \sqrt{\frac{196.d^2.n^4.R^4}{9.P^2.L^2.g^2}.V_p^2 k^2 + \frac{16.d.n^3.R^3}{P.L.g.a^2}}.$$

Примѣнимъ эту формулу для поверхностей не очень продолговатыхъ, когда (k) можно положить равнымъ единицѣ; положимъ, напримѣръ:

(19) $a=5$ сантим., $b=5$ с., $d=0{,}0013$, $n=10$, $R=10$ сант., $V_p=100$ сант., $L=21$ сант., $g=980$ сант.. — тогда вычислимъ рядъ временъ въ зависимости отъ ряда принятыхъ грузовъ (P) путемъ теоріи.

(20).

P.	t вычис.	t опыт.
1	90.6	91
2	47,2	47
3	34,8	35
4	27,6	28
5	23.0	23
6	20,1	20
7	18,0	18
8	16,3	16
9	15,0	15
10	13,9	14
20	8,6	9

Придавая затѣмъ крыльямъ прибора (фиг. 2), удовлетворяющаго условіямъ (19), вращеніе, посредствомъ того-же ряда грузовъ, и приводя въ то же время приборъ въ поступательное движеніе со скоростью 100 сантиметровъ въ 1 секунду — по направленію оси вращенія крыльевъ,—и замѣчая время развертыванія нити,—получимъ также рядъ временъ, но путемъ опыта; то и другое вмѣстѣ составитъ слѣдующую таблицу (20):

Первый вертикальный столбецъ ея показываетъ грузы въ граммахъ, второй — время по вычисленію (№ 18), третій—время изъ опыта. Мы видимъ изъ нея, что часть нашей теоріи оправдывается достаточно.

Остается провѣрить вліяніена давленіе F продолговатости $\frac{a}{b}$ крыла, выражаемое уравн. (13).

Изъ формулы (18), представляющей послѣдствія этого закона, можно замѣтить, что время развертыванія нити прибора, при постоянномъ грузѣ P и для поверхностей мало продолговатыхъ, когда $k=1$,—пропорціонально квадратному корню изъ ширины b крыла, или, при постоянной длинѣ a его,—обратно пропорціонально квадратному корню изъ продолговатости $\frac{a}{b}$ крыла. Этимъ выводомъ изъ уравн. (18) мы воспользуемся для провѣрки (13) въ отношеніи продолговатости пластинки. Для этого я вырѣзывалъ пластинки разной продолговатости и послѣдовательно надѣвалъ ихъ на спицы прибора. Изъ многихъ опытовъ привожу одну таблицу (№ 21); первая горизонтальная строка ея показываетъ ширину b пластинки (или длину по направленію оси) въ сантиметрахъ, при неизмѣнныхъ размѣрахъ a по направленію перпендикулярному (5 сантим.); вторая указываетъ продолговатость $\frac{a}{b}$ вращающихся прямоугольниковъ;

№ 21.

b	$1^1/_4$	$2^1/_2$	5	10	15	20
$\frac{a}{b}$	4	2	1	$^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_4$
t	13	24	35	53	67	80
t	$17^1/_2$	25	35	50	60	70

третья — время (t) изъ опыта въ секундахъ, при постоянномъ грузѣ (P) въ 3 грамма и при прочемъ, по условіямъ (19); наконецъ, четвертая—время развертыванія нити по вычисленію изъ формулы (18), предполагая, что $k=1$. Изъ сравненія временъ этой таблицы мы видимъ, что результаты опыта тѣмъ ближе къ результатамъ теоріи, чѣмъ менѣе продолговатость пластинки, или—вѣрнѣе—чѣмъ форма ея ближе къ формѣ квадрата.

Подставляя въ уравн. (17) послѣдовательно размѣры пластинки и соотвѣтствующія времена табл. (21), полученныя изъ опыта, полагая постоянно $P=3$ граммамъ, а прочее по условіямъ (19),— найдемъ изъ этого уравненія (17) рядъ величинъ для коэфиціента k, который нетрудно тогда выразить извѣстными способами эмпирической формулой. Формула эта оказывается весьма простаго вида, именно, (22) $k=\dfrac{9}{7+2.\left(\dfrac{a}{b}\right)}$.

Вычисляя времена по уравн. (18) и полагая при этомъ k, согласно (22), получимъ рядъ временъ— 13, 23, 35, 53, 68, 79,—весьма близкихъ къ времеменамъ, полученнымъ изъ опыта (табл. № 21), 3-я гориз. строка).

Не могу не привесть тутъ одинъ мой опытъ, весьма ярко указывающій громадное вліяніе продолговатости на давленіе воздуха, или на время развертыванія нити. Канвою для этого опыта послужитъ намъ форм. (18), или формула (13), которыя упрощаются, когда грузъ P не великъ, или когда скорость вращательнаго V_n движенія не велика въ сравненіи со скоростію поступательнаго V_p движенія прибора; тогда вмѣсто ур. 22 получимъ:

$$(23) \qquad F = \frac{7.d.s_1}{6\sqrt{\pi.g}} . \sqrt{\frac{a}{b}} . V_n . V_p,$$

а вмѣсто уравн. (18)

$$(24) \qquad t = \frac{28.d.n^2.R^2}{3.P.L.g} . a . \sqrt{\pi^3.(a.b)} . V_p . k.$$

Изъ послѣдняго равенства видно, что, при постоянной площади $a.b.$ прямоугольника и при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, время развертыванія нити пропорціонально a, т. е. длинѣ его по направленію перпендикулярному къ оси. Поэтому, если, напр., данъ прямоугольникъ, одна сторона котораго вдвое болѣе другой, и онъ въ двухъ послѣдовательныхъ опытахъ расположенъ двумя способами—одинъ разъ длинною стороною поперекъ оси, а другой разъ — длинною стороною вдоль ея,—то и время развертыванія въ первомъ случаѣ будетъ вдвое болѣе, чѣмъ во второмъ, хотя-бы центръ давленія и находился въ обоихъ опытахъ на одномъ разстояніи R отъ оси.

И, дѣйствительно, теоретическій выводъ этотъ вполнѣ оправдывается на опытѣ.

Итакъ, одна и та-же площадь $a.b$, подъ вліяніемъ одного и того-же груза, вращается съ различною скоростію, смотря по расположенію продолговатой площади.

Изъ форм. 23 можно также видѣть, что и давленіе въ этихъ двухъ случаяхъ разнится вдвое. Въ самомъ дѣлѣ, въ первомъ случаѣ $\frac{a}{b}=2$, во второмъ же — $\frac{a}{b}=\frac{1}{2}$; отношеніе равно 4, а квадратный корень изъ него—2. Стало-быть F вдвое измѣняется.

Разсматривая уравн. 13 и примѣняя къ рѣшенію вопроса о maximum давленія F эмпирическое выраженіе для k, (22), найдемъ, что давленіе, при прочихъ одинаковыхъ обстоятельствахъ и при постоянной площади $(a.b)$, будетъ наибольшимъ, когда продолговатость прямоугольника равна $3^1/_2$.

Кажется и у птицъ и насѣкомыхъ отношеніе длины крыла къ его ширинѣ рѣдко превышаетъ отношеніе $3^1/_2$.

Уравн. 13 можно придать другой видъ

$$(25)\quad F=\frac{d}{g}.s_1.V^2.\sin^2(i)\left\{1+\frac{7.k}{6\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{a}{b}.ctg\,(i)}\right\}$$

и тогда оно будетъ выражать или давленіе вѣтра на неподвижный прямоугольникъ, или давленіе жидкости подъ вліяніемъ двнженія въ ней прямоугольника; въ этомъ уравн. V означаетъ скорость вѣтра или пластинки, одна сторона (a) которой перпендикулярна къ скорости V, а i есть уголъ этого направленія съ пластинкой.

Если уголъ (i) малъ, то уравн. 25 обращается:

$$(26)\qquad F=\frac{d}{g}.s_1.V^2.\sin(i)\left\{\frac{7k.}{6\sqrt{\pi}}.\sqrt{\frac{a}{b}}\right\};$$

изъ формулы этой видно что, при малости угла i, давленіе пропорціонально синусу (i), какъ это теперь принимаютъ всѣ авторы по сопротивленію.

Какъ предохранить хрупкія и нѣжныя вещи отъ толчковъ и ударовъ.

К. Ціолковскій.

Упаковывая фрукты въ опилки, стекляные и глиняные предметы въ солому и вату, мы только отчасти предохраняемъ ихъ отъ толчковъ во время перевозки, такъ что вещи эти портятся при сколько-нибудь неосторожномъ перемѣщеніи ихъ.

Есть способъ—и онъ указанъ самой природой—предохранять самые хрупкіе и тончайшіе предметы, при страшныхъ ударахъ, отъ малѣйшихъ повреждений.

Правда, этотъ способъ еще не примѣняется пока на практикѣ, но въ природѣ онъ уже давно существуетъ.

Сдѣлаемъ слѣдующій простой опытъ: возьмемъ толстостѣнный стекляный стаканъ или, еще лучше, какую нибудь прочную металлическую посуду, нальемъ въ нее воды и положимъ туда куриное яйцо; свѣжее яйцо потонетъ; но если всыпать въ воду достаточное количество поваренойсоли и хорошенько размѣшать ее, то вода уплотнится и яйцо всплыветъ на поверхность; разбавивши растворъ чистой водою такъ, чтобы плотность соленой воды была равна средней плотности яйца, достигнемъ того, что яйцо во всякомъ мѣстѣ раствора будетъ находиться въ равновѣсіи, т. е. не будетъ ни падать, ни всплывать. Теперь, прикрывши посуду, чтобы не расплескалась вода, подымемъ ее и ударимъ ею изо всѣхъ силъ, насколько посуда можетъ выдержать,—о какой нибудь предметъ,—яйцо останется цѣлехонькимъ и почти не шевельнется. Если же вылить воду и положить яйцо въ посуду просто или даже съ подстилкой, то ударяя посудой болѣе или менѣе крѣпко, смотря по мягкости подстилки, разобьемъ яйцо въ дребезги. Понятно, что количество жидкости, предохраняющей предметъ отъ разрушенія, не играетъ никакой роли; такъ, если сдѣлать посуду въ формѣ погружаемаго въ нее предмета, то объемъ жидкости можетъ составлять сотую или тысячную долю объема самого предмета.

Подобные опыты можно было-бы произвести и со стеклянными издѣліями, если-бы нашлась жидкость плотности стекла.

Можно сдѣлать фигурку изъ воска настолько нѣжную, что собственной ея тяжести достаточно для ея излома; но если погрузить ее въ жидкость соотвѣтственной плотности, то, при самыхъ сильнѣйшихъ ударахъ посудою, мы не въ состояніи ее будемъ разрушить. Я думаю, что если такую фигурку закупорить въ бомбу, залитою жидкостью, равной по плотности матеріалу фигурки, и выпалить ею изъ пушки, то и тогда наша фигурка останется цѣла, не смотря на громадное давленіе пороховыхъ газовъ на ядро и на страшный ударъ при паденіи, лишь-бы только повышеніе температуры бомбы отъ удара не повредило ей. Также, если положить рыбу въ сосудъ и ударить имъ, то внутренніе органы рыбы порвутся и она, даже отпущенная въ свою естественную стихію, вскорѣ уснетъ. Если-же въ ударяемый сосудъ съ рыбой была предварительно налита вода, то рыба останется невредима.

Впрочемъ, плотность живыхъ тѣлъ болѣе или менѣе не равномѣрна и потому результаты ударовъ должны сказаться неблагопріятно при толчкахъ достаточно сильныхъ.

Природа предохраняетъ зародыши высшихъ животныхъ, окружая ихъ до самаго выхода ихъ въ «свѣтъ» жидкостью, въ которой они плаваютъ, какъ рыба въ водѣ, и тѣмъ предохраняется ихъ нѣжный организмъ отъ толчковъ и давленія.

Мозгъ человѣка также окруженъ жидкостью, благодаря которой части мозга не давятъ другъ на друга и кромѣ того мозгъ предохраненъ вполнѣ отъ ударовъ по головѣ, отъ ударовъ при паденіи— и на столько, на сколько можетъ выдержать сосудъ (т. е. я хочу сказать — черепъ), заключающій въ себѣ жидкость и стоящій въ ней на «якоряхъ» органъ. Хотя жидкости этой ничтожное количество, но роль ея безпредѣльна: безъ нея мозгъ не могъ бы развиться до такого объема, а, слѣдовательно и умственныя способности—до такой степени.

Но предметы, погруженные въ жидкость, предохраняются только отъ ударовъ прямолинейныхъ, или параллельныхъ – безъ примѣси вращенія. При вращеніи сосуда явленіе усложняется, и предметъ не гарантированъ отъ поврежденія. Вотъ почему круженіе головы (механическое, какъ дѣти, играя, кружатся) такъ вредно и вызываетъ страданія мозга.

20г