

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Имени первого Президента России Б.Н.Ельцина  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН В ЛЕТНЮЮ ШКОЛУ ПО ФИЗИКЕ  
Май 2015 года

Перед Вами вариант вступительного задания по физике в Летнюю школу СУНЦ для физико-математического, математико-информационного, физико-химического и физико-технического десятых классов.

Мы предлагаем Вам достаточно большое число задач. Начните с того, что внимательно прочитайте условия всех задач. Возможно, какие – то задачи Вам покажутся знакомыми, какие – то более интересными, в каких – то задачах вы сможете сразу, чисто интуитивно дать ответ. Выберете такие задачи для себя . Помните, что хотя задач достаточно много, Вы не обязаны решить все. Остановитесь на каком – то разумном числе задач (5 – 8) и постарайтесь правильно, логично и подробно (!) ответить на все вопросы, поставленные в задаче. Все вопросы отмечены символом « ► ». Правильный ответ на любой вопрос задачи будет приносить Вам какое-то количество баллов. **Большое количество вопросов к некоторым задачам объясняется тем, что последовательно отвечая на все вопросы, вы можете решить задачу, то есть эти вопросы предлагаются в качестве подсказок или плана решения задачи.** Не хватайтесь за все сразу, ведь Вы ограничены во времени – 2 часа. Ну а если вы сможете правильно решить все задачи, то это просто прекрасно, и Вы покажете абсолютный результат.

Все ваши решения должны быть обоснованными и подробными, в них не должно быть формул и цифр, «взятых с потолка». В задачах ускорение свободного падения можно считать равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Черновики сдаются вместе с чистовиками. Не забудьте заполнить титульный лист!

Ни пуха, ни пера !

**1.«Перелёт»** Самолёт летит по замкнутому маршруту Нью Васюки – Урюпинск – Нью Васюки на побитие рекорда скорости. В течение всего полёта дует постоянный ветер по направлению Нью Васюки – Урюпинск со скоростью  $U$ . Собственная скорость самолёта равна  $V$ . Улучшится ли рекорд из-за ветра?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

► 1.1. Обозначим расстояние Нью Васюки – Урюпинск символом  $S$ . Сколько времени длится перелёт в безветренную погоду?

► 1.2. Чему равна скорость самолёта относительно земли при перелёте Нью Васюки – Урюпинск? Сколько времени длится этот перелёт?

► 1.3. Чему равна скорость самолёта относительно земли при перелёте Урюпинск – Нью Васюки? Сколько времени длится этот перелёт?

► 1.4. Определите среднюю скорость движения самолёта на протяжении всего перелёта Нью Васюки – Урюпинск – Нью Васюки.

► 1.5. Побит ли рекорд?

**2. «Мел»** На ленту транспортёра, движущуюся горизонтально со скоростью  $V$ , перпендикулярно направлению движения ленты бросают кусочек мела со скоростью  $U$ . Спустя какое-то время кусочек мела остановился относительно ленты. Какую линию прочертит кусочек мела на ленте?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

- ▶ 2.1. Чему равна скорость мела относительно ленты в момент попадания на неё?
- ▶ 2.2. Какие силы действуют на мел со стороны ленты? Как они называются и как направлены?
- ▶ 2.3. Как и почему меняется скорость кусочка мела относительно ленты?
- ▶ 2.4. Чему равна конечная скорость кусочка мела относительно ленты?
- ▶ 2.5. По какой траектории относительно ленты будет двигаться кусочек мела, т.е. какую линию прочертит кусочек мела?

**3. «Парашют»** При раскрытии парашюта скорость парашютиста уменьшается с  $V_0 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  до  $V = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  за  $\Delta t = 1$  секунду. Какую перегрузку испытывает парашютист?

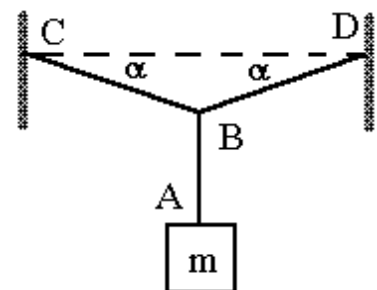
Пусть  $m$  – масса парашютиста. При равномерном спуске его вес равен  $P_0 = mg$ . При равноускоренном движении его вес меняется, пусть его значение равно  $P'$ .

Перегрузкой называют отношение  $\frac{P'}{P_0}$ .

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

- ▶ 3.1. Зачем нужен парашют? Почему он тормозит падение?
- ▶ 3.2. Как меняется скорость парашютиста при раскрытии парашюта? Чему равно ускорение при этом?
- ▶ 3.3. Если парашютист движется с ускорением, то чему равен его вес?

**4.»Верёвки»** Груз массы  $m = 10$  кг привязан к веревке АВ, которая прикреплена к середине веревки CD. Веревка CD образует с горизонталью угол  $\alpha = 10^\circ$ . Система находится в равновесии,  $\cos \alpha = 0,99$ ;  $\sin \alpha = 0,17$ .



- ▶ 4.1. Чему равна сила натяжения верёвки АВ?
- ▶ 4.2. Чему равна сила натяжения верёвки CD?
- ▶ 4.3. Какая из веревок натянута сильнее?
- ▶ 4.4. Используя результат этой задачи, ответьте на следующий вопрос:

Чтобы вытащить увязший автомобиль, используют следующий приём: длинную прочную верёвку крепко привязывают к дереву и к автомобилю так, чтобы верёвка была туго натянута. Затем тянут за середину верёвки под прямым углом к её направлению. На чём основан описанный приём?

**5. «Наклонная плоскость»** На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $\alpha$  находится тело массы  $m$ . За ним, касаясь его верхней стенки, находится гладкая коробочка пренебрежимо малой массы. Система находится в покое. В коробочку медленно насыпают песок. Когда масса песка становится равной  $M$ , система приходит в движение. Почему? Как из этого опыта определить коэффициент трения тела о наклонную плоскость?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

► 5.1. Сделайте чертёж, расставьте силы, действующие на тело и коробочку в том случае, когда она пуста. Назовите силы. Ответьте, почему тело покоится?

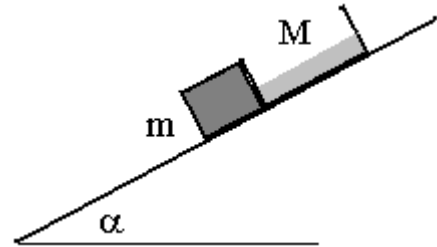
► 5.2. Запишите второй закон Ньютона для тела и для коробочки при условии, что они покоятся.

► 5.3. Пусть в коробочку насыпают песок. Какие из указанных Вами сил будут меняться?

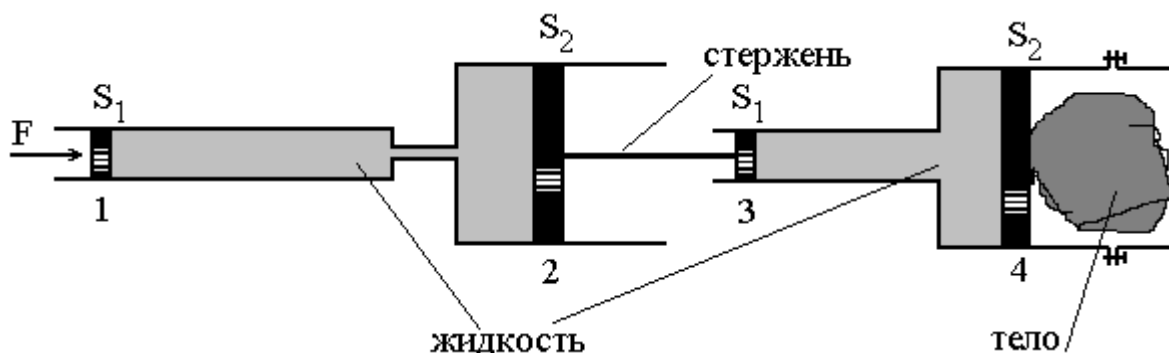
► 5.4. Как коробочка действует на тело? Как тело действует на коробочку?

► 5.6. Почему тело начинает движение? Напишите условие начала движения.

► 5.7. Определите коэффициент трения тела о наклонную плоскость.



**6. «Гидравлический пресс»** Какая сила, действует на тело, прессуемое в гидравлическом прессе.  $F = 20$  Н,  $S_1 = 2$  см<sup>2</sup>,  $S_2 = 10$  см<sup>2</sup>. Какой выигрыш в силе



даёт подобное устройство?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

► 6.1. Какое давление оказывает на жидкость сила  $F$ ?

► 6.2. Сформулируйте закон Паскаля. Определите давление вблизи второго поршня. Какая сила со стороны жидкости действует на второй поршень?

► 6.3. С какой силой сжат стержень, соединяющий второй и третий поршни? Какая сила со стороны стержня действует на третий поршень?

► 6.4. Чему равно давление, оказываемое третьим поршнем на жидкость?

► 6.4. Чему равно давление жидкости вблизи четвёртого поршня? С какой силой действует жидкость на четвёртый поршень?

► 6.5. Какая сила действует на тело?

► 6.6. Чему равен выигрыш в силе?

**7. «Сила Архимеда»** Пусть тело плавает в жидкости, будучи полностью в неё погружённым. Тело имеет форму цилиндра с площадью поперечного сечения  $S$ . Масса тела  $m$ , его объём  $V$ . Верхняя и нижняя поверхности тела горизонтальны. Плотности жидкости равна  $\rho$ . Внешнее давление на жидкость отсутствует.

► 7.1. Чему равно давление жидкости у верхней грани тела?

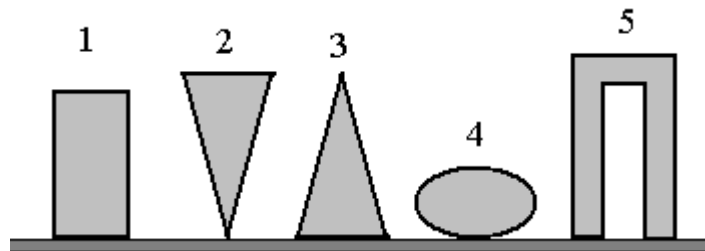
► 7.2. Чему равно давление жидкости у нижней грани тела?

► 7.3. Какие силы со стороны жидкости по вертикали действуют на тело? Чему равна их равнодействующая? Как она называется?

Таким образом, мы разобрались в природе силы Архимеда.

А теперь ответьте на следующие вопросы:

► 7.4. Какое из тел, поставленных на дно сосуда, сможет всплыть, если в сосуд аккуратно налить воду? Почему?



► 7.5. Почему подводным лодкам запрещается ложиться на дно. Если дно песчаное или илистое?

**8. «Магдебургские полушария»** В известных опытах Отто Герике (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полушария, из которых был выкачан воздух, впрягали шестнадцать лошадей (по восемь к каждому полушарию).

► Можно ли обойтись меньшим количеством лошадей?

**9. «Масса атмосферы»** Как известно, нормально атмосферное давление равно  $100\,000$  Па. Используя этот факт, оцените массу земной атмосферы. Радиус Земли считать равным  $6\,400$  км. Нормальное атмосферное давление равно  $10^5$  Па.

► 9.1. Дайте определение давлению.

► 9.2. Зная нормальное атмосферное давление, ответьте на вопрос: какая сила действует на  $1$  кв.м земной поверхности?

► 9.3. Какова природа этой силы?

► 9.4. Тело какой массы с площадью поперечного сечения  $1$  кв.м оказывает такое же давление на поверхность земли?

► 9.5. Зная, что площадь поверхности шара равна  $S = 4\pi R^2$ , рассчитайте площадь поверхности Земли.

► 9.6. Определите массу земной атмосферы, используя полученные Вами данные.

**10. «Измерения»** Вам необходимо определить диаметр проволоки. В вашем распоряжении имеется карандаш круглого сечения и линейка. Как Вы будете действовать?

## РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ:

1. Самолёт летит по замкнутому маршруту Нью Васюки – Урюпинск – Нью Васюки на побитие рекорда скорости. В течение всего полёта дует постоянный ветер по направлению Нью Васюки – Урюпинск со скоростью  $U$ . Собственная скорость самолёта равна  $V$ . Улучшится ли рекорд из-за ветра?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

► Обозначим расстояние Нью Васюки – Урюпинск символом  $S$ . Сколько времени длится перелёт в безветренную погоду?

► Чему равна скорость самолёта относительно земли при перелёте Нью Васюки – Урюпинск? Сколько времени длится этот перелёт?

► Чему равна скорость самолёта относительно земли при перелёте Урюпинск – Нью Васюки? Сколько времени длится этот перелёт?

► Определите среднюю скорость движения самолёта на протяжении всего перелёта Нью Васюки – Урюпинск – Нью Васюки.

► Побит ли рекорд?

В безветренную погоду перелёт длится промежуток времени  $t_0$

$$t_0 = \frac{2S}{V}.$$

Если дует ветер, то при движении по маршруту Нью Васюки – Урюпинск скорость самолёта относительно земли (а именно она и определяет время перелёта, ведь и Нью Васюки, и Урюпинск расположены на земле) равна  $V'$

$$V' = V + U.$$

Следовательно, время перелёта будет равно

$$t' = \frac{S}{V + U}.$$

При движении в обратном направлении ветер станет встречным, поэтому скорость движения и время перелёта будут равны

$$V'' = V - U \quad \text{и} \quad t'' = \frac{S}{V - U}.$$

Полное время движения  $t$  будет равно

$$t = t' + t'' = \frac{S}{V + U} + \frac{S}{V - U} = \frac{2SV}{(V - U) \cdot (V + U)}.$$

Сравним  $t_0$  и  $t$ . Для этого поделим  $t$  на  $t_0$

$$\frac{t}{t_0} = \frac{V^2}{V^2 - U^2} > 1.$$

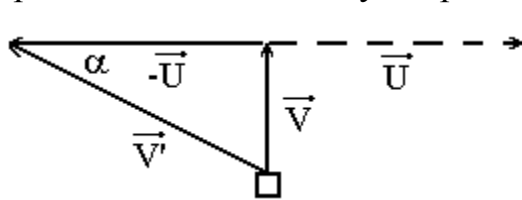
Следовательно,  $t > t_0$ , и рекорд оказался непобитым.

2. На ленту транспортёра, движущуюся горизонтально со скоростью  $V$ , перпендикулярно направлению движения ленты бросают кусочек мела со скоростью  $U$ . Спустя какое-то время кусочек мела остановился относительно ленты. Какую линию прочертит кусочек мела на ленте?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

- ▶ Чему равна скорость мела относительно ленты в момент попадания на неё?
- ▶ Какие силы действуют на мел со стороны ленты? Как они называются и как направлены?
- ▶ Как и почему меняется скорость кусочка мела относительно ленты?
- ▶ Чему равна конечная скорость кусочка мела относительно ленты?
- ▶ По какой траектории относительно ленты будет двигаться кусочек мела, т.е. какую линию прочертит кусочек мела?

При попадании на ленту скорость кусочка мела относительно неё равна



$$\vec{V}' = \vec{U} - \vec{V},$$

модуль  $V'$  определим по теореме Пифагора (вектора  $\vec{V}$  и  $\vec{U}$ ) перпендикулярны

$$V' = \sqrt{U^2 + V^2}.$$

Направление вектора  $\vec{V}'$  составляет угол  $\alpha$  с направлением движения ленты

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{U}.$$

На кусочек со стороны ленты в горизонтальном направлении действует сила трения, направленная против скорости его движения относительно ленты, то есть против вектора  $\vec{V}'$ . Поскольку вектор силы и вектор скорости противоположны, то кусочек мела будет двигаться равнозамедленно по отрезку прямой линии параллельной вектору  $\vec{V}'$  и составляющей с направлением движения ленты угол  $\alpha$ . Когда кусочек мела остановится относительно ленты, то его скорость относительно земли будет совпадать со скоростью ленты, то есть он будет двигаться вместе с ней.

3. При раскрытии парашюта скорость парашютиста уменьшается с  $V_0 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

до  $V = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  за  $\Delta t = 1$  секунду. Какую перегрузку испытывает парашютист?

Пусть  $m$  – масса парашютиста. При равномерном спуске его вес равен  $P_0 = mg$ . При равноускоренном движении его вес меняется, пусть его значение равно  $P'$ .

Перегрузкой называют отношение  $\frac{P'}{P_0}$ .

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

- ▶ Зачем нужен парашют? Почему он тормозит падение?
- ▶ Как меняется скорость парашютиста при раскрытии парашюта? Чему равно ускорение при этом?
- ▶ Если парашютист движется с ускорением, то чему равен его вес?

Определим ускорение парашютиста в момент раскрытия парашюта: так как скорость уменьшилась, то ускорение  $a$  направлено вверх, его модуль равен

$$a = \frac{V_0 - V}{\Delta t}; \quad a = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 4g,$$

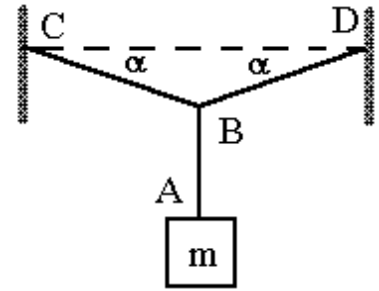
где  $g$  – ускорение свободного падения.

Вес парашютиста (сила натяжения строп) при движении вверх с ускорением  $a$  равен  $P' = m(g + a)$ ;  $P' = 5mg$ .

При раскрытии парашюта парашютист будет испытывать перегрузку  $\frac{P'}{P_0} = 5$ .

4. Груз массы  $m = 10$  кг привязан к веревке АВ, которая прикреплена к середине веревки CD. Веревка CD образует с горизонталью угол  $\alpha = 10^\circ$ . Система находится в равновесии,  $\cos \alpha = 0,99$ ;  $\sin \alpha = 0,17$ .

- ▶ Чему равна сила натяжения верёвки АВ?
- ▶ Чему равна сила натяжения верёвки CD?
- ▶ Какая из веревок натянута сильнее?
- ▶ Используя результат этой задачи, ответьте на следующий вопрос:



Чтобы вытащить увязший автомобиль, используют следующий приём: длинную прочную верёвку крепко привязывают к дереву и к автомобилю так, чтобы верёвка была туго натянута. Затем тянут за середину верёвки под прямым углом к её направлению. На чём основан описанный приём?

Напишем условие равновесия груза: на него вертикально вниз действует сила тяжести, вверх тянет верёвка АВ с силой  $T_1$ , поэтому

$$T_1 = mg; \quad T_1 = 100 \text{ Н.}$$

Рассмотрим силы, действующие на точку А: это вниз сила натяжения верёвки АВ и вверх две вертикальные составляющие силы натяжения верёвки CD  $T_2$ , поэтому

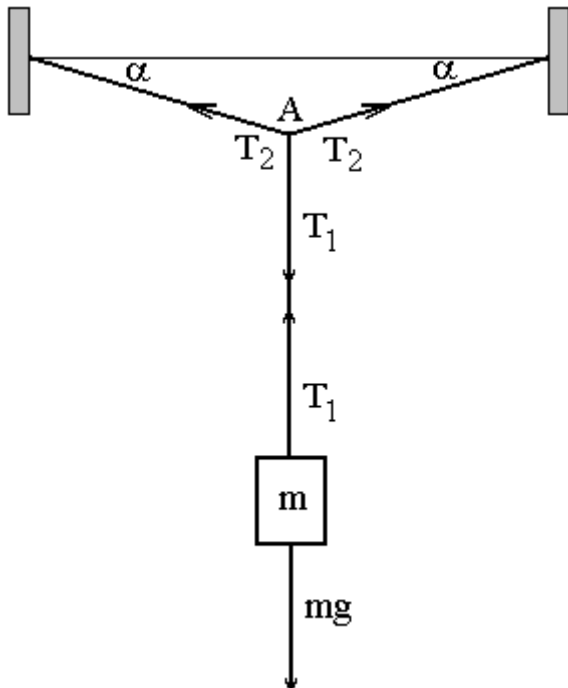
$$T_1 = 2T_2 \sin \alpha.$$

Отсюда находим  $T_2$

$$T_2 = \frac{mg}{2 \sin \alpha}; \quad T_2 = 294 \text{ Н.}$$

Видно, что  $T_2 > T_1$ .

Именно для увеличения силы натяжения верёвки и применяют такой способ при вытягивании автомобиля.



5. На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $\alpha$  находится тело массы  $m$ . За ним, касаясь его верхней стенки, находится гладкая коробочка пренебрежимо малой массы. Система

находится в покое. В коробочку медленно насыпают песок. Когда масса песка становится равной  $M$ , система приходит в движение. Почему? Как из этого опыта определить коэффициент трения тела о наклонную плоскость?

Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

► Сделайте чертёж, расставьте силы, действующие на тело и коробочку в том случае, когда она пуста. Назовите силы. Ответьте, почему тело покоится?

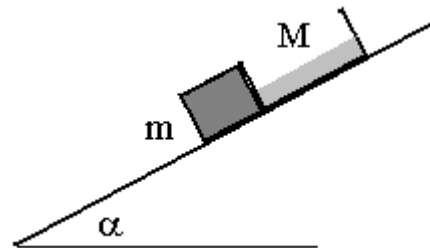
► Запишите второй закон Ньютона для тела и для коробочки при условии, что они покоятся.

► Пусть в коробочку насыпают песок. Какие из указанных Вами сил будут меняться?

► Как коробочка действует на тело? Как тело действует на коробочку?

► Почему тело начинает движение? Напишите условие начала движения.

► Определите коэффициент трения тела о наклонную плоскость.



Сначала разберёмся, почему покоится тело и пустая коробочка. Поскольку в условии сказано, что коробочка лёгкая, то силой тяжести, действующей на неё, будем пренебрегать. На тело действуют силы: тяжести  $mg$ , нормальной реакции опоры  $N$  и сила трения покоя (тело покоится)  $F_{\text{пок}}^{\text{тр}}$ . Поскольку тело покоится, то

$$F_{\text{пок}}^{\text{тр}} = mg \sin \alpha,$$

сила нормальной реакции опоры

$$N = mg \cos \alpha.$$

Будем насыпать в коробочку песок, на коробочку с песком будет действовать сила тяжести  $M_{\text{песка}}g$ , поэтому коробочка начнёт давить на тело. Сила взаимодействия между коробочкой и телом назовём  $F$ . По третьему закону Ньютона сила, с которой коробочка действует на тело, равна по модулю и противоположна по направлению силе, с которой тело действует на коробочку. Чтобы не обозначать все эти силы мы ввели одно обозначение –  $F$ .

Уравнение движения тела изменится, поскольку добавилась ещё одна сила. Теперь оно будет выглядеть так:

$$F_{\text{пок}}^{\text{тр}} = mg \sin \alpha + F.$$

Второй закон для коробочки с песком

$$M_{\text{песка}} g \sin \alpha = F.$$

Мы видим, что при насыпании песка сила, которая направлена вниз по наклонной плоскости и может привести тело в движение  $mg \sin \alpha + F$ , увеличивается. Следовательно, возрастает и сила трения покоя между телом и плоскостью. Но у неё есть максимальное значение, больше которого она быть не может – это сила трения скольжения. При дальнейшем увеличении силы, стремящейся привести тело в движение, оно начинает двигаться.



Когда масса песка стала равной  $M$ , то сила трения покоя между телом становится максимальной и равной  $F_{\text{тр}}^{\text{СК}} = kmg \cos \alpha$ .

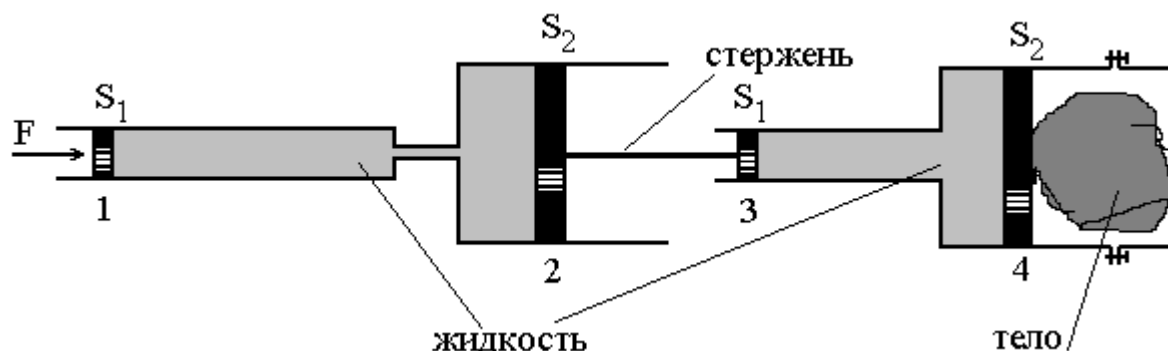
Тогда

$$F_{\text{тр}}^{\text{СК}} = kmg \cos \alpha = F + mg \sin \alpha = Mg \sin \alpha + mg \sin \alpha = (M + m)g \sin \alpha.$$

Отсюда определяем коэффициент трения скольжения

$$k = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \text{tg} \alpha.$$

6. Какая сила, действует на тело, прессуемое в гидравлическом прессе.  $F = 20$  Н,  $S_1 = 2 \text{ см}^2$ ,  $S_2 = 10 \text{ см}^2$ . Какой выигрыш в силе даёт подобное устройство?



Чтобы решить задачу, ответьте на вспомогательные вопросы:

- ▶ Какое давление оказывает на жидкость сила  $F$ ?
- ▶ Сформулируйте закон Паскаля. Определите давление вблизи второго поршня. Какая сила со стороны жидкости действует на второй поршень?
- ▶ С какой силой сжат стержень, соединяющий второй и третий поршни? Какая сила со стороны стержня действует на третий поршень?
- ▶ Чему равно давление, оказываемое третьим поршнем на жидкость?
- ▶ Чему равно давление жидкости вблизи четвёртого поршня? С какой силой действует жидкость на четвёртый поршень?
- ▶ Какая сила действует на тело?
- ▶ Чему равен выигрыш в силе?

Сила  $F$  оказывает на жидкость давление  $p$ , равное

$$p = \frac{F}{S_1}; \quad p = 10^5 \text{ Па}.$$

Согласно закона Паскаля жидкость передаёт давление, оказываемое на неё без изменения в любую точку. Поэтому вблизи второго поршня давление жидкости равно  $p$ . Тогда со стороны жидкости на второй поршень действует сила  $F'$ , равная

$$F' = pS_2; \quad F' = 100 \text{ Н}.$$

Следовательно, второй поршень действует на стержень с силой  $F' = 100$  Н, сила упругости, возникающая в стержне, также равна  $F' = 100$  Н. Стержень действует на третий поршень с силой также равной  $F' = 100$  Н.

Третий поршень оказывает на жидкость давление, равное  $p'$

$$p' = \frac{F'}{S_1}; \quad p' = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Давление жидкости вблизи четвёртого поршня равно  $p' = 5 \cdot 10^5$  Па. Сила давления жидкости на этот поршень равна  $F''$

$$F' = p' \cdot S_2; F'' = 500 \text{ Н.}$$

С такой же силой 500 Н четвёртый поршень действует на тело, обеспечивая выигрыш в силе

$$\frac{F'}{F} = \frac{500}{20} = 25 \text{ раз.}$$

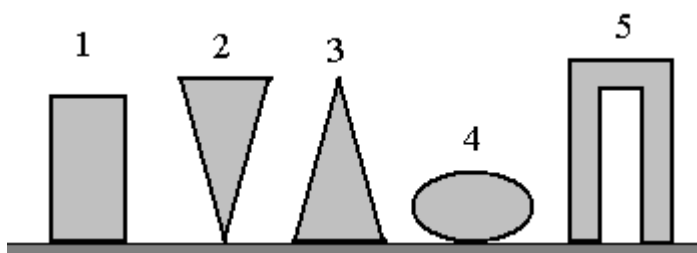
7. Пусть тело плавает в жидкости, будучи полностью в неё погружённым. Тело имеет форму цилиндра с площадью поперечного сечения  $S$ . Масса тела  $m$ , его объём  $V$ . Верхняя и нижняя поверхности тела горизонтальны. Плотности жидкости равна  $\rho$ . Внешнее давление на жидкость отсутствует.

- ▶ Чему равно давление жидкости у верхней грани тела?
- ▶ Чему равно давление жидкости у нижней грани тела?
- ▶ Какие силы со стороны жидкости по вертикали действуют на тело? Чему равна их равнодействующая? Как она называется?

Таким образом, мы разобрались в природе силы Архимеда.

А теперь ответьте на следующие вопросы:

▶ Какое из тел, поставленных на дно сосуда, сможет всплыть, если в сосуд аккуратно налить воду? Почему?



▶ Почему подводным лодкам запрещается ложиться на дно. Если дно песчаное или илистое?

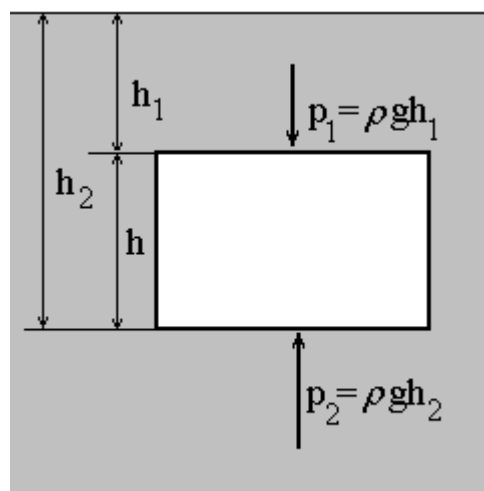
Верхние слои жидкости давят на тело вниз. Гидростатическое давление вблизи нижней грани тела равно  $p_1 = \rho g h_1$ . Нижние же слои действуют на тело вверх, давление у нижней грани тела равно

$p_2 = \rho g h_2$ . На тело действуют силы: тяжести  $mg$ , со стороны жидкости – сила давления верхних слоёв, направленная вниз и равная  $F_1 = p_1 \cdot S$ , со стороны нижних слоёв -  $F_2 = p_2 \cdot S$  - сила давления, направленная вверх,  $S$  – площадь поперечного сечения тела.

Поскольку  $F_2 > F_1$ , то на тело действует направленная вверх равнодействующая этих сил  $F$ , которую называют выталкивающей силой или силой Архимеда

$$F = F_2 - F_1 = \rho g S(h_2 - h_1) = \rho g S h = \rho g V,$$

где  $V$  – объём тела, находящегося в жидкости.



Таким образом, причина силы Архимеда – различие гидростатических давлений жидкости у верхней и у нижней граней тела.

Теперь разберёмся, какое из тел, представленное на рисунке, может всплыть. Могут всплыть тела 2, 4, 5, так как жидкость сможет их вытолкнуть, действуя на них снизу. Тела же 1 и 3 всплыть не смогут, так как плотно стоят на дне, и жидкость не может действовать на нижние грани этих тел.

Теперь ответим на вопрос о подводной лодке: если она ложится на илистое или песчаное дно, то есть мягкое дно, то она проваливается в грунт, таким образом, жидкость не сможет вытолкнуть лодку вверх, поскольку она не может действовать на её дно. Получается ситуация аналогичная той, которую мы рассмотрели ранее с телами 1 и 3.

8. В известных опытах Отто Герике (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полушария, из которых был выкачан воздух, впрягли шестнадцать лошадей (по восемь к каждому полушарию).

► Можно ли обойтись меньшим количеством лошадей?

Можно, если одно из полушарий привязать к прочной стене, а второе по-прежнему к лошадям. Тогда сила натяжения верёвки будет равна той силе, с которой действовали на полушарие восемь лошадей.

9. Как известно, нормально атмосферное давление равно 100 000 Па. Используя этот факт, оцените массу земной атмосферы. Радиус Земли считать равным 6 400 км. Нормальное атмосферное давление равно  $10^5$  Па.

► Дайте определение давлению.

► Зная нормальное атмосферное давление, ответьте на вопрос: какая сила действует на 1 кв.м земной поверхности?

► Какова природа этой силы?

► Тело какой массы с площадью поперечного сечения 1 кв.м оказывает такое же давление на поверхность земли?

► Зная, что площадь поверхности шара равна  $S = 4\pi R^2$ , рассчитайте площадь поверхности Земли.

► Определите массу земной атмосферы, используя полученные вами данные.

Давлением называют отношение силы  $F$ , действующей на поверхности площади  $S$  перпендикулярно к ней, к величине площади поверхности

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

На 1 кв.м земной поверхности действует сила, равна  $F = 10^5$  Н. Это сила появляется из-за того, что столб атмосферного воздуха, находящегося над ней, притягивает к себе Земля, действуя на него с силой тяжести  $mg$ , где  $m$  – масса этого столба,  $g$  – ускорение свободного падения. Тогда масса столба воздуха, находящегося над 1 кв.м. поверхности земли, равна

$$m = \frac{F}{g}; m = 10^4 \text{ кг.}$$

Площадь поверхности земного шара равна

$$S = 4\pi R^2; S = 5,15 \cdot 10^{14} \text{ м}^2.$$

Массу всей земной атмосферы можно оценить так:

$$M = m \cdot S; M = 5,15 \cdot 10^{18} \text{ кг.}$$

10. Вам необходимо определить диаметр проволоки. В вашем распоряжении имеется карандаш круглого сечения и линейка. Как Вы будете действовать?

Нужно плотно намотать несколько (10-20) витков проволоки на карандаш, измерить длину получившегося слоя, разделить её на количество витков.

