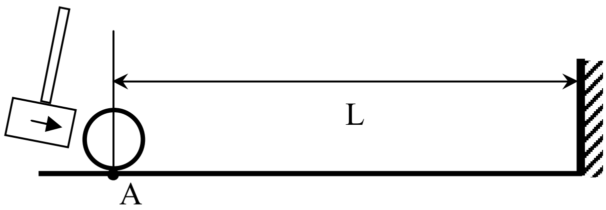
Заключительный этап Всесибирской олимпиады, 2016

Физика, 7 класс

Возможные решения с баллами. Максимальный балл за задачу – 10.

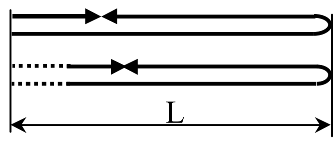
1) Школьник проводит опыты с шарами на горизонтальной плоскости. Он ставит шар в точку А, которая находится на расстоянии L=1 м от стенки (см. рисунок). Затем он ударяет по шару молоточком и измеряет время, через которое шар возвращается назад в т. А после удара. В первом опыте школьник взял шар радиуса R=5 см, а время возврата составило T_1=10 сек. Когда он взял шарик вдвое большего радиуса, и провел аналогичный опыт, то время возвращения в точку А оказалось равным T_2=12 сек. Насколько различались скорости шаров в этих двух опытах? Удары шаров об стенку считать абсолютно упругими и мгновенными, трением пренебречь.



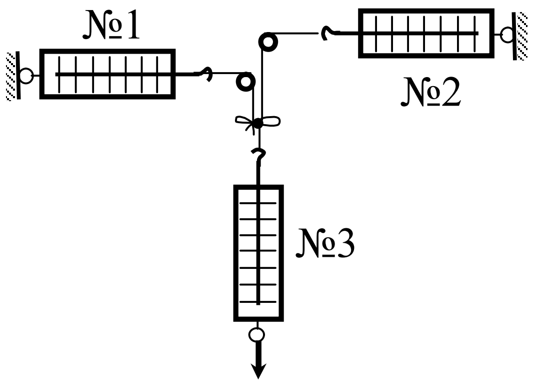
Решение. Центр шара в первом опыте прошел расстояние 190 см (+2 балла) и величина его скорости была равна 19 см/сек (+2 балла). Во втором опыте центр шара прошел расстояние 180 см (+2 балла), имея скорость 15 см/сек (+2 балла). Разница скоростей составила 4 см/сек (+2 балла). Если приводится ответ ≈3.3 см/сек, полученный без учета конечных размеров шаров, то ставится 2 балла.

2) Человек и собака идут рядом по дороге с постоянной скоростью. Иногда человек бросает вперед палку на некоторое расстояние. Собака бежит вперед, поднимает палку с земли и приносит её обратно. Когда собака начинает бежать за палкой сразу в момент бросания, то она возвращается к идущему человеку через 6 секунд. Если она начинает бежать тогда, когда палка упадет на землю, то она возвращается через 5 секунд. Во сколько раз скорость полета палки вдоль дороги превышает скорость движения человека? Считать, что собака бегает с одинаковой скоростью и, схватив палку, сразу бежит обратно.

Решение. Обозначим через L длину дороги от точки бросания до точки падения палки, $V_П$ – скорость полета палки вдоль дороги (L, деленное на время полета палки), $V_Ч$ – скорость движения человека, V_C – скорость бегущей собаки. Времена до моментов возвращения собаки обозначим T_1=6 сек и T_2=5 сек. Если собака начинает бег в момент бросания палки, то уравнение, связывающее эти величины, имеет вид $2\cdot L=T_1\cdot(V_Ч + V_C)$ (2 балла).



Во втором случае за время полета палки собака вместе с человеком проходит расстояние, равное $V_Ч\cdot L/V_П$ (+2 балла). Получаем уравнение $2\cdot(L-V_Ч\cdot L/V_П)=T_2\cdot(V_Ч + V_C)$. (+2 балла)
Делим второе уравнение на первое и получаем, что $(1-V_Ч/V_П)=T_2/T_1=5/6$ (+2), т.е. $V_Ч/V_П=1/6$. Таким образом, палка во время полета движется вдоль дороги в 6 раз быстрее, чем человек во время ходьбы (+2).



3) Имеется три динамометра с одинаковыми длинами шкал. Динамометр №1 рассчитан на максимальную силу 5 Н, а динамометры №2 и №3 рассчитаны на 10 Н каждый. Динамометры №1 и №2 закреплены, к их концам привязаны нити, которые перекинуты через блоки (см. рис.) Концы нитей связаны, а к узлу прикреплен динамометр №3, который медленно перемещают, натягивая нити. В некоторый момент показания динамометров, в порядке нумерации, составляют 1 Н, 3 Н и 4 Н. Что будут показывать динамометры №1 и №2, когда третий динамометр станет показывать 10 Н? Считать, что нити нерастяжимы, трением можно пренебречь.

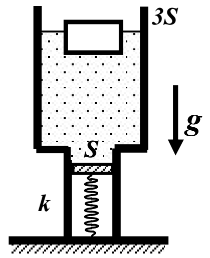
Решение: Отношение между показаниями динамометров №1 и №2 может отличаться от отношения максимально возможных нагрузок, 1:2, из-за того, что выбором начальных положений динамометров можно произвольно менять соотношение между натяжениями нитей. Так как концы нитей связаны, увеличение силы со стороны динамометра №3 приведет к одинаковому смещению концов пружин обоих закрепленных динамометров (+2 балла). Так как жесткости пружин у динамометров №1 и №2 различаются вдвое (+1 балл), то *изменения* показаний этих динамометров также будет различаться вдвое (+2 балла): если *изменение* показаний динамометра №1 составит X, т.е. собственно показание будет равно (1+X) Ньютон, то у динамометра №2 изменение составит 2X, а показание будет равно (3+X). Однако всегда сумма показаний динамометров №1 и №2 должна быть равна показаниям динамометра №3 (+ 1 балл).

Таким образом, при показании динамометра №3 равном 10 Н будет верно соотношение $(1+X)+(3+2X)=10$ (+2 балла за это или аналогичное уравнение).

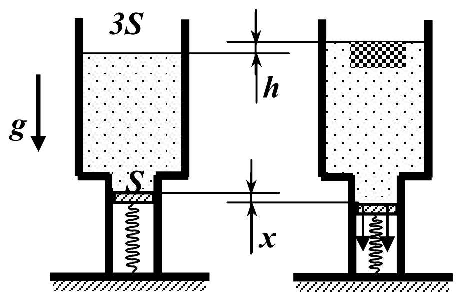
Т.е. $X=2$ Н, а показания первого и второго динамометров составят 3 Н и 7 Н, соответственно (по 1 баллу за каждое значение).

Если формально правильный ответ получен, фактически, подбором, но с явным учетом равенства показаний динамометра №3 сумме показаний других динамометров, то всего ставится 3 балла.

4) В дне цилиндрического стакана площадью сечения $\boldsymbol{3S}$ проделано отверстие, в которое вертикально вмонтирована трубка площадью сечения $\boldsymbol{S}$. Трубка перекрыта подвижным поршнем, который снизу подпирается пружиной жесткости $\boldsymbol{k}$ (см. рисунок). В исходной ситуации в стакан налита вода и всё находится в равновесии. Затем в воду аккуратно кладут ещё и деревянный брусок массы $\boldsymbol{M}$, который плавает в широкой части стакана. Насколько возрастает деформация пружины после опускания бруска? Ответ дать в виде буквенного выражения. Плотность воды $\boldsymbol{\rho}$, трения нет.



Решение. Дополнительная деформация пружины появится из-за того, что после опускания бруска поднимется уровень воды в стакане и, соответственно, увеличится давление воды на поршень (+1 балл). *Изменение* силы давления на подвижный поршень равно $\Delta \boldsymbol{F}=\boldsymbol{\rho g(x+h)S}$, где $\boldsymbol{x}$ – искомое смещение поршня вниз, $\boldsymbol{h}$ – подъем уровня воды в стакане (+2 балла).



Влияние остальной воды определяет исходную деформацию пружины. Согласно закону Гука, $\Delta \boldsymbol{F}= \boldsymbol{xk}$ (+ 1 балл).

Уровень воды в стакане после опускания в него плавающего бруска станет таким, как будто в стакан долили воду объемом, равном объему погруженной части бруска (заштриховано на правой части поясняющего рисунка).

Этот объем согласно закону Архимеда, равен $\boldsymbol{M/\rho}$ (+2 балла), и, вследствие практической несжимаемости воды, он связан с изменениями объемов воды в разных частях сосуда таким образом: $\boldsymbol{M/\rho=x\cdot S+h\cdot 3S}$ (+ 2 балла).

Таким образом, находим, что $\boldsymbol{h=M/(3\rho S)- x/3}$ и

$$\boldsymbol{x} = \frac{\mathrm{Mg}}{3\boldsymbol{k} - 2\boldsymbol{\rho g S}} \qquad \text{(+2 балла).}$$

Заметим, что если в условии сказано, что тело плавает в широкой части стакана, то это означает, что $\boldsymbol{3k>2\rho gS}$. Если бы знаменатель дроби в ответе не был бы положительным, то при наличии воды в широкой части стакана равновесие не было бы возможно и без добавления тела.

Критерии определения победителей и призеров
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
(2015-2016 уч. год)

Согласно Положению победители и призеры олимпиады были определены по результатам Заключительного этапа Олимпиады. Общее количество победителей и призеров составило 198 человек из 813 участников данного этапа, что составляет 24,35 %. Количество победителей составило 62 человек, что составляет 7,75 %.

Основываясь на **общем рейтинге** участников и учитывая **наличие заметных разрывов** в баллах, набранных группами участников в верхней части рейтинга, жюри Олимпиады разработало следующие критерии определения победителей и призеров:
(Максимальное возможное количество баллов – 50 баллов в 11-8 классах и 40 баллов в 7 классе.)

11 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 84% от максимального количества баллов, т.е. от 42 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 70 % от максимального количества баллов, т.е. от 35 до 41 баллов
3 степени – не менее 60 % от максимального количества баллов, т.е. от 29 до 34 баллов

10 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 74% от максимального количества баллов, т.е. от 37 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 68% от максимального количества баллов, т.е. от 34 до 36баллов
3 степени – не менее 64 % от максимального количества баллов, т.е. от 32 до 33 баллов

9 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 86% от максимального количества баллов, т.е. от 43 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 70 % от максимального количества баллов, т.е. от 35 до 42 баллов
3 степени – не менее 66 % от максимального количества баллов, т.е. от 33 до 34 баллов

8 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 84% от максимального количества баллов, т.е. от 42 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 72 % от максимального количества баллов, т.е. от 36 до 41 баллов
3 степени – не менее 66 % от максимального количества баллов, т.е. от 33 до 35 баллов

7 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 65% от максимального количества баллов, т.е. от 25 до 40 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 52,5 % от максимального количества баллов, т.е. от 21 до 24 баллов
3 степени – не менее 40 % от максимального количества баллов, т.е. от 15 до 20 баллов

Сопредседатель жюри по физике Н.И.Яворский