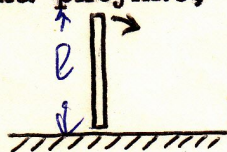


Задачи на коллективный конкурс "Физика-80"

$$x = \frac{\ell}{z} \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{1+k^2}}}$$

1 ("Падающий стержень"). Стержень стоит на столе, как показано на рисунке, а затем падает без начальной скорости. Определить горизонтальное смещение центра стержня в результате падения. Длина стержня ℓ , коэффициент трения между поверхностью стержня и столом k .



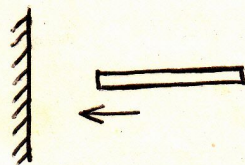
2 ("Звезды во Вселенной"). Оценить приближенно, как часто в среднем сталкиваются звезды во Вселенной.

3 ("Танкер"). В океане потерпел крушение танкер с нефтью. Оценить, на какую площадь нефть разольется за 1 час, если танкер вез 50 тыс. тонн нефти, а вылилась она достаточно быстро. Поверхность океана считать плоской.

4 ("Солнечное давление"). Выяснить, какое влияние оказывает солнечное давление на орбиту Земли. Все необходимые данные можно найти в справочниках.

5 ("Цилиндр"). Цилиндр из материала с диэлектрической проницаемостью ϵ вращается около своей оси с угловой скоростью ω . Определить объемную и поверхностную плотности связанных зарядов в цилиндре. Радиус цилиндра R . Рассмотреть различные типы диэлектриков. Произвести расчет для $\epsilon = 5$, $R = 10$ см.

6 ("Звук"). Стержень налетает на абсолютно упругую стенку со скоростью v , как показано на рисунке. Какая доля первоначальной кинетической энергии стержня перейдет при ударе в звук? Считать, что атмосферное давление 1 атм, комнатная температура $\sim 20^\circ\text{C}$. Масса m , длина ℓ , плотность ρ и модуль Юнга E стержня известны. Оценить, какой силы звук (в децибелах) должен услышать человек, стоящий где-то рядом. На основе этой оценки проверить правдоподобность результатов в случае, если со стенкой сталкивается стальной стержень длины 20 см с круглым сечением радиуса 0,5 см, летящий со скоростью 1 м/с.



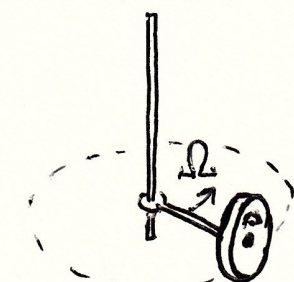
7 ("Струйка"). Из крана течет тонкая струйка воды. Вода полностью заполняет трубку крана, радиус которой 2 мм. Внизу струйка сужается. Почему? На каком расстоянии от крана она распадется на отдельные капли?

Данилов Е. В.

8 ("Шар"). На земле ровным толстым слоем насыпан песок. С высоты $h = 1$ м от поверхности песка на него без начальной скорости падает стальной шар радиуса $R = 5$ см. На какую глубину шар просядет в песок?

Следующие две задачи предлагались в прошлом году, но хороших решений предложено не было. Поэтому повторяем задачи.

9 ("Бегунок"). Массивный цилиндрический каток (бегунок), который может вращаться около своей оси, приводится во вращение около вертикальной оси и катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания (см.рис.). Масса бегунка m , его радиус R , длина штанги между опорным столбом и бегунком l , угловая скорость вращения штанги Ω . Если, исходя из закона изменения момента импульса, стандартным образом найти силу давления бегунка на землю, то получится $mg + \frac{1}{2}m\Omega^2 R$, т.е.



больше mg . Если с учетом этого результата рассмотреть силы, действующие на бегунок, то, казалось бы, по II закону Ньютона, бегунок должен получить ускорение, направленное вверх. Однако этого не происходит. Разъяснить получающееся недоразумение, проследить механизм возникновения добавочной силы давления, рассмотреть все силы, действующие на бегунок. (Такое устройство применяется в дисковых мельницах для размалывания зерна.)

10 ("Два облака"). (Задача для исследования.) Даны два облака, состоящие из частиц, взаимодействующих между собой (закон взаимодействия считается известным). Оба облака устойчивы, содержат очень много частиц (размерами частиц можно пренебречь) и характеризуются некоторыми значениями плотности, объема, температуры и давления — $\rho_1, \rho_2; V_1, V_2; T_1, T_2; P_1, P_2$. Затем эти два облака сливаются в одно.

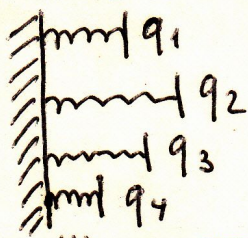
а) Выделится или поглотится энергия при слиянии облаков? Привести примеры.

б) Будет ли устойчива получившаяся система, если она не получала энергии извне?

в) Какими параметрами ρ , V , T и P будет характеризоваться новая система?

"Облака" могут быть самой различной природы. Рассмотреть разные виды взаимодействий. Будем говорить, что облако состоит из идентичных частиц, если взаимодействие между любыми двумя частицами — одной и той же природы. Рассмотреть случаи, когда облака состоят из идентичных и неидентичных частиц.

II ("Энтропия"). а) К бесконечной стене пружинками присоединены небольшие пластинки малой толщины с зарядом q_i ; каждая, где i - номер пластинки. Пластинки проводящие и распределены случайным образом, причем их достаточно много. Как изменится энтропия системы



пластинок, если параллельно стене расположить проводящую плоскость с поверхностным зарядом δ ? В связи с этим: как разумным образом ввести энтропию поля?

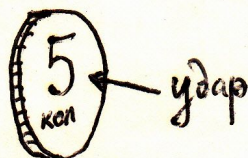
б) Определить энтропию для газа заряженных частиц (чрезвычайно важный для физики вопрос!).

I2 ("Гироскоп"). а) Определить устойчивые углы оси гироскопа в поле тяжести. Вертикальное положение оси неустойчиво. Объяснить, почему детский волчок (кля) обычно вертикален.

б) Объяснить причину, по которой переворачивается "китайский волчок" (или обыкновенное яйцо).

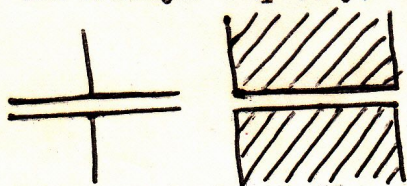
в) Не привлекая моментов, только с помощью внутренних сил, объяснить устойчивость гироскопа в поле тяжести.

I3 ("Монета"). Если по краю вертикально поставленной 5-копеечной монеты ударить ("щелкнуть"), то она, крутясь, будет описывать некоторую траекторию по поверхности стола. Какая это будет траектория?

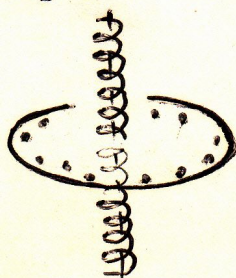


Найти зависимость от времени координат, скорости монеты, угла оси вращения. Как эти величины зависят от массы монеты?

I4 ("Конденсатор"). Чем ограничена скорость зарядки (или время на полную зарядку) электрического конденсатора, если размеры пластин много больше расстояния между ними? Тот же вопрос для конденсатора с проводами диаметром, равным размеру пластин. Чему равна максимальная скорость зарядки? (Технические трудности в расчет не принимать.)



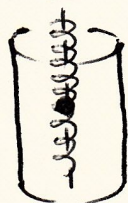
I5 ("Момент"). а) Ось очень длинного соленоида совпадает с осью вращения диска, по краю которого расположены точечные заряды. Радиус диска больше радиуса соленоида. По соленоиду шел ток, который затем выключили. В силу наличия э.д.с. индукции диск начал вращаться. Откуда взялся момент импульса у системы?



(см. след. стр.)

Эта задача есть у Фейнмана. Объяснение дано с помощью момента импульса у электромагнитного поля. Но заменим диск равномерно заряженным полым цилиндром с той же осью. Электрическое поле этого цилиндра отлично от 0 лишь снаружи его, а магнитной — наоборот, только внутри. Рассуждение Фейнмана в этой ситуации проваливается. Как же объяснить происходящее?

б) Получив ответ в п.а), рассмотрите следующую ситуацию: магнитное поле создается вращающимся равномерно заряженным цилиндром. Магнитное поле при этом отлично от 0 внутри, а электрическое — снаружи цилиндра. По Фейнману момент импульса такого э.-м. поля равен 0. Теперь поместим на оси цилиндра точечный заряд. У поля появился момент. Это значит, что, раскручивая заряженный цилиндр, во втором случае (с зарядом) необходимо прилагать дополнительный момент по сравнению с первым случаем (без заряда). Но это противоречит здравому смыслу. Объяснить.



16 (Экспериментальная задача). Экспериментально исследовать зависимость коэффициента крутильной жесткости тонкой капроновой нити от длины и толщины нити в области длин около 10 см и толщин около 10 микрон. Измерения провести с точностью не менее 10%. Дать подробное обоснование метода измерений. Экспериментальная установка должна быть рассчитана на хорошую воспроизводимость результатов и возможность ее демонстрации жюри.

17 (Последняя задача). ^{Карандаш.} Острый карандаш поставили острием на стол, и он простоял так 2 месяца. Доказать, что он воткнулся в стол.