

ОЛИМПИАДА ШКОЛ

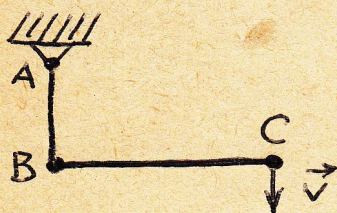
Задачи на коллективный конкурс

МФ: "Физика-79"

В конкурсе участвуют ученики школ № 2, 57, 91, ~~179~~, 179, 444. города Москвы, ФМШ № 18 при МГУ, Черноголовской школы № 82. Команды каждой из школ работают коллективно, но без привлечения "подставных".

Решения задач (в конверте) представляются 10 марта до 17.00 в ЦО-ФМШ при МГУ: Кременчугская ул., 29 (проезд авт. 77 от М. "Киевская", "Кутузовская" или пл. Победы, ост. "Интернат"), — где сдаются и.о. пред. жюри ЮНОСОВУ Евгению Николаевичу (тел для справок: раб. 445-40-05 — вт., четв., суб; дом. 432-30-82)

Итоги конкурса подводятся на заседании-семинаре: там же, 17 марта в 15.00 в актовом зале ФМШ (команды приглашаются вместе с преподавателями и болельщиками). В заключение будет проведен физбой трех команд — сб. ^{№№ 57, 91, 179, 444.} ~~Москвы~~: ФМШ: Черноголовка: шк. № 2.



1. ("Стержни"). Стержень АВ может свободно вращаться вокруг закрепленного конца А. В точке В к нему шарнирно прикреплен стержень ВС, причем, $|BC| = 2|AB| = 2l$. Точку С начинают двигать со скоростью $\vec{v}$, как показано на рисунке. Найти ускорение точки В в первый момент времени.



2. ("Пластины"). Четыре одинаковых пластины расположены так, как показано на рисунке. Площадь каждой пластины S , расстояние между соседними пластинами d намного меньше их размеров.
- Крайние пластины соединим проводником. Найти емкость между средними пластинами.
 - Не странно ли, что емкость изменилась? Ведь средние пластины образуют плоский конденсатор, а поле плоского конденсатора сосредоточено внутри него, т.е. около крайних пластин поля нет.

Как же их замыкание может на что-нибудь повлиять? Объяснить это кажущееся противоречие.

3^{*} ("Цилиндр"). Оценить величину индукции магнитного поля, возникающего при быстром вращении медного цилиндра (вокруг своей оси).

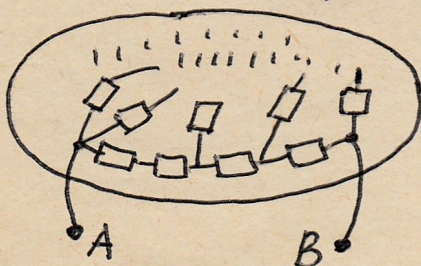


Все необходимые размеры и характеристики придумать самим и извлечь из справочников.

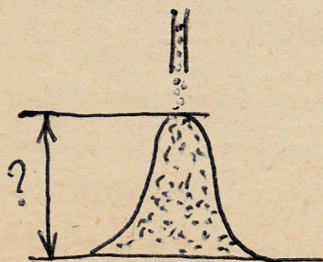
4. ^{*} ("Обручи"). На край тяжелого обруча намотана нитка и свободным концом прикреплена к потолку. Если такую систему освободить, обруч начнет спускаться вниз, одновременно вращаясь и разматывая нитку. Это устройство называется маятником Максвелла. Соединим "последовательно" бесконечно много таких одинаковых маятников, прикрепив конец нити от последующего к центру предыдущего. Если систему освободить, все обручи придут в движение. Найти ускорение верхнего обруча. Считать, что вся масса обруча сосредоточена в его ободе, а нити невесомые. Масса m и радиус R обруча известны.



5^{*} ("Цепь"). Собрана какая-то сложная цепь из сопротивлений и оттуда выведены два конца А и В, между которыми измеряется эквивалентное сопротивление этой цепи. Можно ли, соединяя резистором какие-нибудь две точки внутри цепи, увеличить эквивалентное сопротивление между А и В?

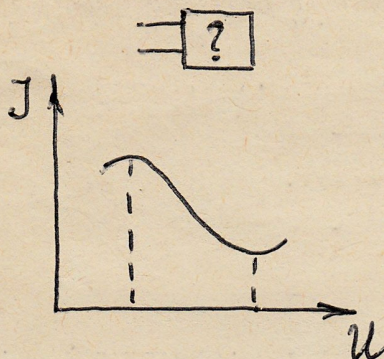


6^{xx} ("Песок"). а) ("Горка"). Из трубки тонкой сружкой равномерно сыпется песок. Определить, как зависит от времени высота образующейся горки и ее форма.



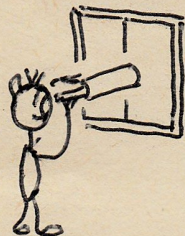
б) ("Часы"). Оценить время высыпания песка в песочных часах. Сравнить с экспериментальными данными.

7. (Экспериментальная задача). Сделать "черный ящик" с двумя



выводами без источников питания внутри, так, чтобы его вольтамперная характеристика имела падающий участок (см. рис.) (с ростом напряжения ток уменьшается).
Примечание: использование туннельных диодов — нечестный прием, т.к. туннельный диод как раз и представляет собой такой ящик.

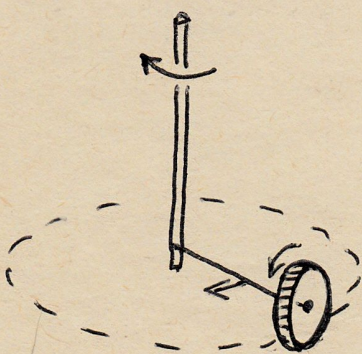
8. ("Стекло"). Если смотреть в подзорную трубу сквозь плоское



стекло, то изображение будет нечетким. Почему? Оценить толщину стекла, при которой изображение еще будет четким, считая известным все, что может понадобиться.

9. * ("Пуля"). Быстро летящая пуля оставляет в стекле маленькое отверстие, тогда как медленно летящая может разбить стекло. Объяснить это явление и оценить минимальную скорость пули, при которой она еще не разбивает стекло целиком.

10. * ("Бегунок"). Массивный цилиндрический каток (бегунок), могу-



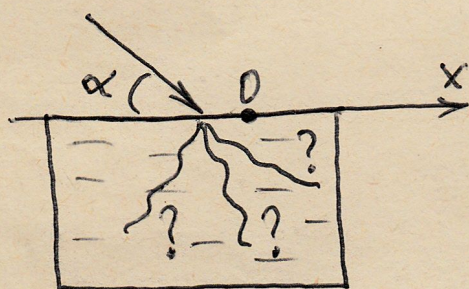
щий вращаться вокруг своей оси, приводится во вращение вокруг вертикальной оси и катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Масса колеса m , его радиус r , длина штанги, соединяющей опорный столб и колесо l .

Штанга вращается с угловой скоростью Ω . Найти силу давления колеса на землю. Указать источник этой силы, объяснить странный результат. Нет ли противоречия со II законом Ньютона?

Такое устройство применяется в дисковых мельницах для размалывания зерна.

- II.* ("Блинчики"). а) Известна игра в "блинчики": камень падает на поверхность воды, отражается и т.д. Зная угол падения камня, его скорость и различные его характеристики (Плотность, модуль Юнга и др.), найти с какой скоростью и под каким углом отразится от воды и как долго будет находиться с ней в контакте. Форму камня принять наиболее удобной для расчетов.
- б) Дана бесконечная стена с плотностью ρ_1 и модулем Юнга E_1 . На нее налетает тонкий стержень длины l , плотности ρ_2 с модулем Юнга E_2 и начальной скоростью u_0 . Найти скорость, с которой стержень отскочит от стены, и время его взаимодействия со стеной.

- 12.* ("Свет"). Пластина из некоторого вещества обладает следующим



свойством: коэффициент преломления этого вещества меняется по закону

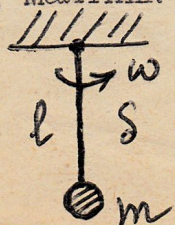
$$n(x) = n_0 + kx$$

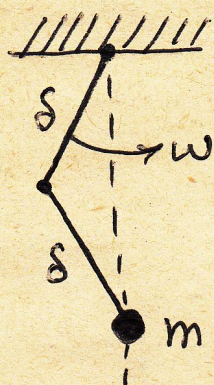
где ось OX параллельна ребру пластинки. Под углом α к оси OX на торец пластинки падает луч света (см. рис.). Какова будет его траектория внутри пластинки? Пластинку считать достаточно длинной и толстой.

13. ("Проволока"). Оценить, сколько времени надо затратить, чтобы испарить 200 м медной цилиндрической проволоки диаметром $d = 1$ мм переменным током частоты $\omega = 3$ МГц, если сила тока $I_{\text{эфф}} = 50$ А, температура в комнате 20°C . Остальные данные (проводимость, температура плавления и др.) можно найти в справочниках. Зависимостью сопротивления от температуры пренебречь.

- 14.* ("Лед"). Оценить, какой минимальной толщины должен быть лед, чтобы он еще выдерживал человека массой $m = 70$ кг. Необходимые данные, кроме самого ответа, можно найти в справочниках.

15. ("Маятник"). а) Дана система: груз массы m на тонком абсолютно однородном стержне длины l с линейной плотностью δ . Ось стержня совпадает с вертикалью (рис.), вокруг которо





он вращается с угловой скоростью ω .
Что будет происходить при различных значениях ω (отклонится ли стержень и если отклонится, то на какой угол?)

- б) Тот же вопрос для системы: груз и два одинаковых стержня с указанными в а) свойствами и соединенные шарнирно.

16. ~~xx~~ ("Два облака") (Задача для исследования).

Даны два облака, состоящие из частиц, взаимодействующих между собой с потенциальной энергией U . Известно, что оба облака устойчивы, содержат очень много частиц (размерами последних можно пренебречь) и характеризуются некоторыми значениями плотности, соответственно ρ_1 и ρ_2 , объема V_1 и V_2 , температуры — T_1 и T_2 и давления — P_1 и P_2 . Затем эти два облака сливаются.

- а) выделится или поглотится энергия при слиянии облаков? Привести соответствующие примеры?
- б) Будет ли устойчива образовавшаяся система, если она не получала энергии извне?
- в) Какими параметрами ρ , P , T и V будет характеризоваться эта новая система?

"Облака" могут быть самой различной природы.

Рассмотреть различные виды взаимодействий

Будем говорить, что облако состоит из идентичных частиц, если взаимодействие между любыми двумя частицами — взаимодействие одной и той же природы. Рассмотреть случаи, когда облака состоят из идентичных и неидентичных частиц.

17. (Задача-шутка). В мире происходит много странных вещей.

Например, ~~если~~ если в снег воткнуть палку, то снег вокруг нее через некоторое время начнет подтаивать. Почему? Или, когда мы рвем травку, мы можем вырвать ее с корнями, а можем оторвать стебель (одно из двух). От чего это зависит? Обдумать, объяснить, оценить, экспериментально проверить. Необходимые данные взять с потолка.