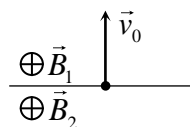
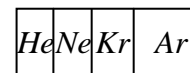


2.6. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Москва)

1. В двух полупространствах созданы однородные магнитные поля с индукциями \vec{B}_1 и \vec{B}_2 ($B_2 = 2B_1$), векторы которых параллельны. Частица с зарядом q и массой m находится на границе раздела полей и имеет скорость \vec{v}_0 , направленную перпендикулярно границе раздела. Найти среднюю скорость смещения частицы вдоль границы раздела полей за большое время.



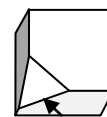
2. Цилиндр объема V разделен тремя подвижными поршнями на четыре отсека, объемы которых относятся как 1:1:1:2 (начиная с левого). В отсеках содержатся гелий He , неон Ne , криптон Kr и аргон Ar .



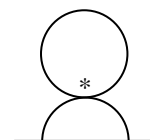
Давление в сосуде p . В некоторый момент поршни становятся полупрозрачными и начинают пропускать молекулы газов, которые были слева (левый поршень пропускает гелий, но не пропускает остальные газы, средний пропускает гелий и неон, но не пропускает криптон и аргон, правый поршень пропускает все газы, кроме аргона). Найти давление в самом правом отсеке и его объем после установления равновесия.

3. Цилиндр из сухого льда (твердой углекислоты) радиусом R и высотой $h = R/2$ стоит на своем основании на плоской поверхности. Лед испаряется так, что с единицы площади в единицу времени с открытой поверхности испаряется масса льда σ . За какое время весь лед испарится? Плотность льда ρ .

4. Из листа фанеры вырезали равносторонний треугольник массой m и поставили его в угол между тремя перпендикулярными поверхностями так, что треугольник касается своими сторонами всех трех граней угла (см. рисунок). Какой горизонтальной силой нужно действовать на середину нижней стороны треугольника, чтобы он покоился?



5. На вершину закрепленной полусферы радиуса R ставят шар того же радиуса со смещенным центром тяжести («ванька-встанька»). Центр тяжести шара находится ниже его центра на расстоянии $2R/3$ от центра (см. рисунок; центр тяжести шара показан звездочкой).

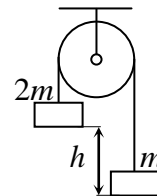


Будет ли такое положение шара устойчивым? Проскальзывания нет. Ответ обосновать.

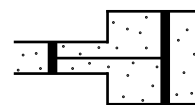
2.7. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Нижний Новгород, Рязань, Глазов)

1. Четыре заряда q расположены в вершинах правильного тетраэдра со стороной a . В середину одной из сторон тетраэдра помещают точечный заряд $2q$. Найти силу, действующую на него со стороны остальных зарядов.

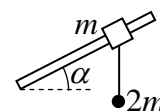
2. Два маленьких груза массой m и $2m$ соединены тросом, переброшенным через блок. Масса единицы длины троса - λ . В начальном положении расстояние между грузами - h . На сколько изменится потенциальная энергия системы трос-грузы, когда грузы окажутся на одной высоте?



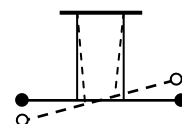
3. Имеются две трубы, площади сечений которых относятся как $5/2$. Трубы состыкованы и в них вставлены соединенные стержнем поршни, перекрывающие трубы герметично. Между поршнями находится идеальный газ. При температуре T_0 поршни находятся на одинаковых расстояниях от стыка труб. Объем газа между поршнями V . Газ охлаждают до температуры $T_0/3$. Какими будут давление и объем газа между поршнями? Атмосферное давление p_0 . Ответ обосновать.



4. Гладкий стержень образует угол α с горизонтом. На стержень надета муфта массой m , которая может скользить по стержню. К муфте на невесомой нити прикреплено тело массой $2m$. Вначале муфту удерживали, нить была вертикальна (см. рисунок). Найти силу натяжения нити сразу после того, как муфту отпустят.



5. Стержень длиной l , на концах которого закреплены два одинаковых маленьких тела массой m , подвешен на двух вертикальных нитях длиной h . Расстояние между нитями $2l/3$, нити прикреплены симметрично относительно центра тяжести стержня, стержень горизонтален. Стержень поворачивают на малый угол вокруг вертикальной оси и отпускают. Найти частоту малых колебаний стержня.



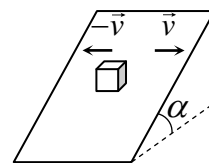
2.8. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Сергиев Посад, Обнинск, Киров, Озерск, Снежинск, Северск)

1. Маленькое тело движется по периметру квадрата со стороной d . Ускорение тела по величине не превосходит значения a (в том числе и при поворотах в вершинах квадрата). За какое минимальное время тело может совершить 2 полных обхода всего периметра?

2. Две концентрические металлические сферы радиусами R и $3R$ заряжены зарядами Q и $-4Q$ соответственно. Затем малую сферу заземляют с помощью проводника ничтожно малой емкости через малое отверстие в большой сфере. Какой заряд протечет по проводнику в направлении от малой сферы к земле.

3. На столе стоит открытый сверху цилиндрический сосуд высотой h . В сосуд опускают поршень массой m , создающий избыточное давление, равное атмосферному (т.е. $mg = p_0 S$, p_0 - атмосферное давление, S - площадь сосуда). После того как поршень остановится, а температура воздуха под ним сравняется с окружающей температурой, в сосуд опускают второй поршень, затем третий и т.д. Найти расстояние между вторым и третьим поршнем после того, как в сосуд опустили десять поршней. Поршни закрывают сосуд герметично.

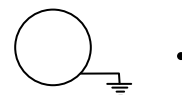
4. Тело аккуратно положили на длинную наклонную плоскость с углом наклона к горизонту α . Коэффициент трения между телом и плоскостью μ ($\mu > \operatorname{tg} \alpha$). Затем плоскость стали двигать так, что она с большой частотой меняет свою скорость \vec{v} на противоположную $-\vec{v}$ (см. рисунок). Найти установившуюся скорость движения тела.



5. Из цилиндрической заготовки радиуса R , высотой h токарь вырезает цилиндр радиуса $3R/4$, снимая металл за один проход. На какое максимальное расстояние смещается центр тяжести заготовки в процессе ее обработки?

2.9. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Лесной, Курчатов, Ковров, Калининград, Смоленск, Нововоронеж, Калуга)

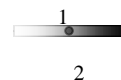
1. Точечный заряд q находится на расстоянии $7r$ от центра незаряженной металлической сферы радиуса r . Сферу заземляют с помощью длинного и тонкого проводника. Найти заряд сферы после установления равновесия. Ответ обосновать.



2. Легковая машина и грузовик связаны упругим легким шнуром. В некоторый момент времени грузовик начинает двигаться с постоянной скоростью v от машины, растягивая шнур. Через какое время после начала движения грузовика машина с ним столкнется? Какую скорость будет иметь легковая машина в этот момент? Масса машины m , жесткость шнура k , длина недеформированного шнура l_0 . Закон Гука справедлив для любых растяжений шнура. При «сминании» шнур никакого воздействия не оказывает. Трения нет.

3. Найти КПД цикла, состоящего из двух изотерм и двух изохор, если КПД цикла Карно с нагревателем с температурой «верхней» изотермы и холодильником с температурой «нижней» равен η , а изменение внутренней энергии газа при изохорическом нагревании вдвое меньше его работы при изотермическом расширении. Рабочее тело цикла – идеальный газ.

4. Два одинаковых цилиндрических проводника длиной L изготовили так, что удельное сопротивление материала проводников линейно возрастает в зависимости от расстояния от одного из концов l : $\rho(l) = \rho_0(1 + 2l/L)$ (см. рисунок;



светлый конец проводника отвечает меньшему сопротивлению). Проводники подсоединили к идеальному источнику напряжения U разыми концами. Найти разность потенциалов между серединами проводников $\varphi_1 - \varphi_2$.

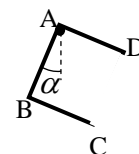
5. В центре горизонтального гладкого стола, расположенного на высоте h от пола сделано отверстие. Около отверстия лежит свернутая в бухту цепочка с мелкими звеньями длиной $l = h$. Один конец цепочки тихонько сталкивают в отверстие, и цепочка начинает падать. Через какое время цепочка коснется пола? Ответ обосновать.



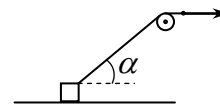
2.10. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Димитровград, Липецк, Тамбов, Волгоград)

1. В сосуде было $\nu = 10$ моль газа XU_2 при температуре $T_1 = 300$ К и давлении $p_1 = 2,5 \cdot 10^5$ Па. В сосуд ввели катализатор, началась химическая реакция $XU_2 \rightleftharpoons X + 2U$; вещества X и U - газы. После установления равновесия давление смеси равно $p_2 = 2p_1$ при температуре $T_2 = 360$ К. Какое количество вещества XU_2 прореагировало? Газы идеальные.

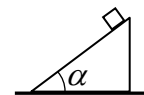
2. Из четырех стержней массами $3m$, $4m$, $3m$ и $4m$ сделали квадрат ABCD так, что стержни с одинаковыми массами расположены друг напротив друга. Затем один из стержней (CD с массой $4m$) удалили, а оставшуюся часть повесили на вбитый в стену гвоздь. Найти угол α между стороной AB и вертикалью.



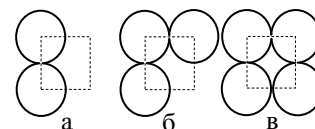
3. К телу, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплена нерастяжимая нить, переброшенная через блок (см. рисунок). Угол между нитью и горизонтом равен α , после блока нить горизонтальна. Какое ускорение нужно сообщить концу нити, чтобы груз сразу же оторвался от поверхности?



4. На вершину клина массой M , одна грань которого наклонена под углом α , а вторая перпендикулярна горизонтальной поверхности, кладут маленькое тело (см. рисунок). Коэффициент трения между телом и клином равен k , трение между клином и поверхностью таково, что клин не скользит по поверхности. Возможно ли опрокидывание клина? При какой массе тела? При каком коэффициенте трения?



5. Индуктивность контура, состоящего из двух колец, центры которых расположены в соседних вершинах квадрата (рис. а), равна L_1 . Индуктивность контура, состоящего из трех таких же колец, центры которых расположены в трех вершинах квадрата (рис. б), равна L_2 . Найти индуктивность контура, состоящего из четырех таких же колец, центры которых расположены в четырех вершинах квадрата (рис. в). Кольца соединены так, как показано на рисунках.



Кольца соединены так, как показано на рисунках.