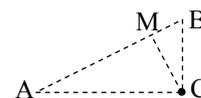


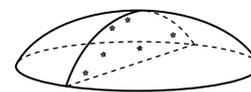
**2.9. Олимпиада имени И.В.Савельева (отборочный тур олимпиады «Росатом»), 11 класс**

**1.** (2 балла) Искусственный спутник планеты, ускорение свободного падения на поверхности которой равно  $g$ , движется на малой высоте над поверхностью со скоростью, вдвое превышающей первую космическую скорость для данной орбиты. Чему равна и как направлена сила, действующая на спутник со стороны его двигателя? Масса спутника  $m$ .

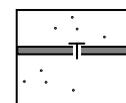
2. (2 балла) Точечный заряд, расположенный в точке С, создает в точках А и В электрическое поле с потенциалом  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$  (рисунок; угол АСВ – прямой). Найти потенциал поля, создаваемого этим зарядом в точке М, являющейся основанием перпендикуляра, опущенного из точки С на прямую АВ.



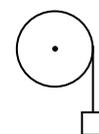
3. (2 балла) Круглый хлеб с изюмом имеет радиус  $r = 20$  см. На вертикальном разрезе, проходящем через центр, в среднем оказываются разрезанными  $n = 6$  изюминок. Оцените число изюминок в хлебе, если диаметр изюминки  $d = 0,5$  см.



4. (2 балла) Вертикальный сосуд объемом  $V$  поделен на две части тонкой перегородкой. Объемы верхнего и нижнего отсеков относятся как 1:2; отсеки содержат разное количество идеального газа. В перегородке имеется отверстие с клапаном. Клапан открывается, если давление нижнего газа превысит давление верхнего на величину  $\Delta p$ . Известно, что если нагреть газ в сосуде (и в верхней, и нижней части) до температуры  $T_0$ , клапан откроется. Какое количество молей газа перейдет из нижнего отсека в верхний при его быстром нагревании до температуры  $T_1$  ( $T_1 > T_0$ )?



5. (2 балла) Длинный тонкостенный диэлектрический цилиндр массой  $m$ , радиуса  $R$  и длины  $l$  расположен горизонтально и может вращаться вокруг своей оси. Цилиндр заряжен зарядом  $Q$ . На цилиндр намотана нить, ко второму концу которой привязан груз массой  $m/2$ . Груз отпускают. С учетом явления самоиндукции найти ускорение груза.



Председатель методической комиссии, 2015-2016 учебный год

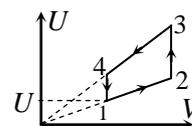
## 2.10. Отборочный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 1

1. (2 балла) Тело, двигаясь с постоянным ускорением из состояния покоя, прошло расстояние  $S$  за время  $\tau$ . Какую скорость имело тело, в тот момент, когда оно прошло  $n$ -ую часть этого расстояния ( $S/n$ )?

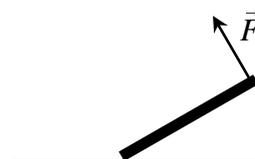
2. (2 балла) Чтобы уравновесить неоднородное бревно длиной  $l$  в горизонтальном положении на точечной опоре, находящейся на расстоянии  $l/4$  от его толстого конца, на толстый конец нужно положить груз массой  $m$ . А чтобы уравновесить его на опоре, находящейся на расстоянии  $l/4$  от тонкого конца, на тонкий конец нужно положить груз массой  $8m$ . Найти массу бревна.

3. (2 балла) Какой максимальный ток можно получить в контуре, сделанном из куска металла массы  $m$  в линейно изменяющемся со временем магнитном поле  $B = \alpha t$ , где  $\alpha$  - известная постоянная? Удельное сопротивление металла  $\rho$  и его плотность  $\rho_0$  известны. Ответ обосновать.

4. (2 балла) Зависимость внутренней энергии одноатомного идеального газа от его объема в циклическом процессе 12341 приведена на рисунке. Построить график зависимости давления от объема в этом процессе. Найти количество теплоты, полученное газом за цикл, если известно, что объем газа меняется в течение цикла в 2 раза, а внутренняя энергия – в 4 раза. Начальная внутренняя энергия газа  $U$  известна.



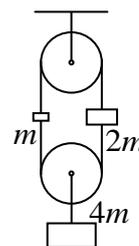
5. (2 балла) Человек медленно поднимает за один конец лежащий на полу стержень, прикладывая к нему силу, перпендикулярную стержню (см. рисунок). При каком минимальном коэффициенте трения между стержнем и полом человек сможет поставить стержень вертикально без его проскальзывания в точке касания пола?



### 2.11. Отборочный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 2

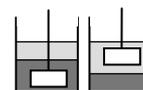
1. (2 балла) На столе на одной прямой расположены 10 тел с массами  $m, 2m, \dots, 10m$ . Тела покоятся. Затем телу массой  $m$  сообщают скорость  $v$  в направлении тела с массой  $2m$ . После центрального абсолютно неупругого столкновения эти тела сталкиваются с третьим телом, затем с четвертым и т.д. Найти количество теплоты, выделившееся в системе тел после 9 центральных неупругих столкновений. Трение отсутствует.

2. (2 балла) Имеется система трех тел, двух блоков и двух веревок. Массы тел равны  $m, 2m$  и  $4m$ . Верхний блок подвешен к потолку. Вербки нерастяжимы и невесома. Найти силы натяжения веревок.

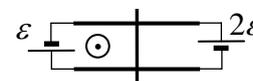


3. (2 балла) В сосуде находится смесь одинаковых масс азота  $N_2$  и гелия  $He$  под давлением  $p$ . Абсолютную температуру газа увеличивают вдвое, при этом  $2/3$  молекул азота диссоциируют на атомы. Найти давление смеси газов при этой температуре. Молярные массы газов равны  $\mu_{He} = 4$  г/моль,  $\mu_{N_2} = 28$  г/моль. Газы идеальны.

4. (2 балла) В цилиндрический сосуд наливают одинаковые объемы несмешивающихся жидкостей с плотностями  $\rho$  и  $0,3\rho$ . Тело, объем которого в 3 раза меньше объема каждой жидкости и которое тонет в обеих жидкостях, опускают в сосуд на длинной нити. Найти отношение давлений  $p_1/p_2$  жидкости около дна сосуда в положениях, когда тело полностью погружено либо в нижнюю ( $p_1$ ), либо в верхнюю ( $p_2$ ) жидкость.

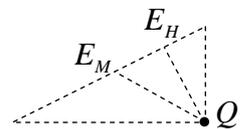


5. (2 балла) Параллельные горизонтальные рельсы с сопротивлением единицы длины  $\rho$  и длиной  $L$  закреплены на расстоянии  $l$  друг от друга. К их концам присоединены две батареи с эдс  $\varepsilon$  и  $2\varepsilon$ . На рельсы кладут перемычку массой  $m$ , которая может скользить вдоль них. Вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B$ . Какое положение перемычки будет положением равновесия и почему? Найти период малых колебаний перемычки около положения равновесия. Трением, сопротивлением перемычки, источников и проводов, а также индуктивностью цепи пренебречь.



**2.12. Отборочный тур олимпиады «Росатом», 11 класс, комплект 3**

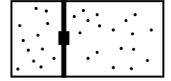
**1.** (2 балла) Точечный заряд расположен в вершине прямого угла прямоугольного треугольника, катеты которого относятся как 1:2. Найти отношение напряженности электрического поля, созданного зарядом в точках в основании



медианы и высоты, проведенных из вершины прямого угла:  $E_M : E_H$ .

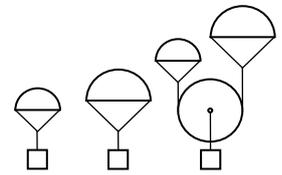
2. (2 балла) Во время Гран-при Формулы-1 в Лапландии машина команды Ред Булл обгоняет машину команды Мерседес каждые  $t_1 = 10$  минут, а команды Феррари – каждые  $t_2 = 12$  минут. Как часто Феррари обгоняет Мерседес? Считать, что все машины едут с постоянными скоростями.

3. (2 балла) Сосуд разделен на два отсека, объемы которых относятся как 1:2, перегородкой с отверстием, заткнутым пробкой. В отсеках находится одинаковый газ под давлением  $p$  и одинаковой температуре. Пробка вылетает, если перепад давлений в отсеках равен  $\Delta p$ . Газ в большем отсеке нагревают, а когда пробка вылетает, нагревание прекращают. Найти давление газа после установления равновесия. Потерь тепла нет.



4. (2 балла) На высоте  $h$  над землей с постоянной скоростью летит птица. Старуха Шапокляк замечает птицу и в тот момент, когда птица находится над ней, бросает камень со скоростью  $v_0$  ( $v_0 > \sqrt{2gh}$ ). При какой минимальной скорости птицы старуха не сможет попасть в птицу ни при каком угле бросания?

5. (2 балла) Маленькое тело падает на землю. Если к нему прикрепить парашют, установившаяся скорость падения равна  $v$ . Если прикрепить к телу больший парашют, установившаяся скорость падения равна  $v/3$ . Какой будет установившаяся скорость падения тела, если привязать его к оси невесомого блока, через который переброшена нить, к одному концу которой привязан первый парашют, к другому – второй (см. рисунок). Сила сопротивлений воздуха пропорциональна скорости. Считать, что сила сопротивления на блок и тело не действует.



**2.13. Олимпиада имени И.В.Курчатова (отборочный тур олимпиады «Росатом»), 11 класс**

1. (2 балла) Горизонтальный цилиндрический сосуд длиной  $l$  разделен на две части подвижной перегородкой. С одной стороны от перегородки содержится 1 моль кислорода, с другой – 1 моль гелия и 1 моль кислорода, перегородка в равновесии. В некоторый момент времени перегородка становится проницаемой для гелия и остается непроницаемой для кислорода. Найти ее перемещение. Температуры газов одинаковы и не меняются в течение процесса.

2. (2 балла) Между двумя телами с массами  $m$  и  $4m$  находится сжатая пружина. Если тело с массой  $4m$  удерживать, а другое освободить, оно приобретет скорость  $v$ . Какую скорость приобретет это тело, если оба тела освободить одновременно? Деформация пружины одинакова в обоих случаях. Трением и массой пружины пренебречь.
3. (2 балла) Имеются три точечных заряда  $q_1$ ,  $q_2$  и  $q_3$ . Заряды расположены в вакууме на расстояниях:  $l_{12}$  - от заряда  $q_1$  до заряда  $q_2$ ,  $l_{13}$  - от заряда  $q_1$  до заряда  $q_3$ ,  $l_{23}$  - от заряда  $q_2$  до заряда  $q_3$ . Какую работу нужно совершить чтобы поменять местами заряды  $q_1$  и  $q_2$ ?
4. (2 балла) Для проведения секретных экспериментов Чебурашка и крокодил Гена изготовили палку длиной  $l$ , плотность вещества которой линейно меняется от практически нулевого значения на одном конце, до некоторого значения  $\rho$  на другом. При каких значениях  $\rho$  палка будет плавать в воде в вертикальном положении? Плотность воды  $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$ .
5. (2 балла) (И.Ньютон, Математические начала натуральной философии, 1687 г.) Оценить расстояние от Земли до звезд по следующим данным. Яркость Сатурна, наблюдаемого с Земли, приблизительно совпадает с яркостью наиболее близких к нам звезд. Расстояние от Сатурна до Солнца составляет  $1,4 \cdot 10^9$  км и значительно превосходит расстояние от Земли до Солнца ( $1,5 \cdot 10^8$  км). Радиус Сатурна  $6 \cdot 10^4$  км. Сатурн отражает 20% солнечного света.