

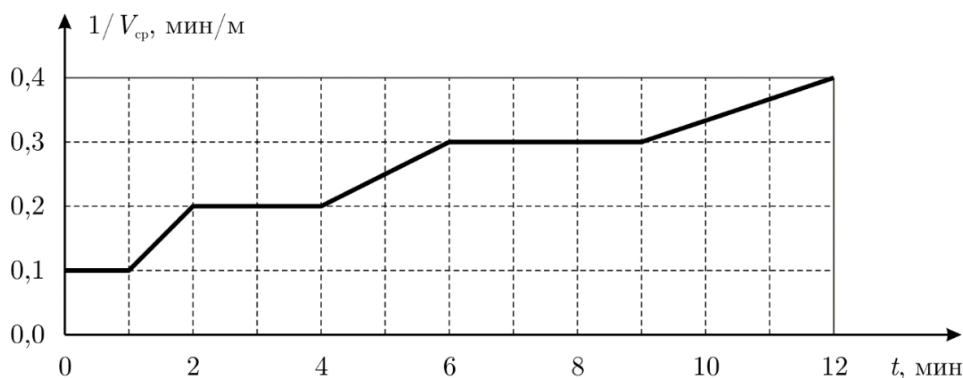
МОШ, 2017/18, заключительный этап, 8 класс

Условия

1 Марсоход и график обратной скорости

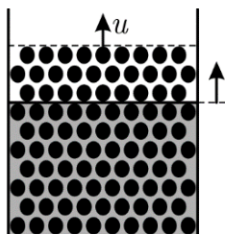
Марсоход двигался по поверхности красной планеты. Его бортовой компьютер дал сбой и в течение 12 минут строил график зависимости обратной величины средней путевой скорости $\frac{1}{V_{\text{ср}}}$ от времени t (которую компьютер вычислял с момента сбоя). Помогите ученым расшифровать полученные результаты.

1. Постройте график зависимости мгновенной скорости марсохода от времени.
2. Определите путь, пройденный марсоходом за эти 12 минут.



2 Орехи в трубе с водой

В цилиндрическую трубу постоянного сечения, частично заполненную толстым слоем орехов, снизу поступает вода со скоростью $w = 0,5$ см/с. Орехи при этом всплывают как единое целое со скоростью $u = 0,2$ см/с (скорости w и u отличаются потому, что между стенками трубы и орехами есть трение). Объем одного ореха $\Omega = 25$ см³, в одном литре их содержится $n = 30$ штук. Найдите скорость V подъема уровня воды внутри слоя орехов (то есть границы между сухими и мокрыми орехами). Ниже уровня воды зазоры между орехами полностью заполнены водой, а выше этого уровня — воздухом.



3 Верёвка на ветках сосны

Турист бросил со скалы однородную гибкую веревку длиной 45 м. Веревка повисла на двух ветках сосны и висит неподвижно. Получились четыре почти вертикальных отрезка веревки, как показано на рисунке 1. Ветки располагались на одном горизонтальном уровне на высоте $H = 25$ метров над землёй на расстоянии не больше метра друг от друга (рис. 2).

На каком минимальном расстоянии от земли могла находиться самая нижняя точка веревки? Верёвка не соскальзывает с веток благодаря силе трения, поэтому модули сил натяжения T_1 и T_2 вертикальных участков веревки вблизи ветки по разные стороны от нее (см. рис. 3) могут быть разными, но их отношение T_1/T_2 для рассматриваемого случая не может быть больше 2. Диаметр веток намного меньше длины веревки.



Рис. 1.

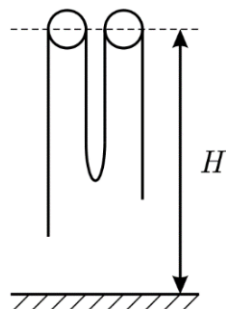


Рис. 2.

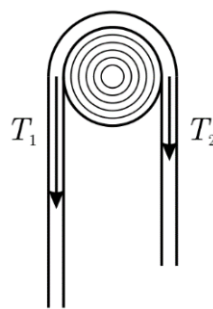


Рис. 3.

4 Припой в парах Galden

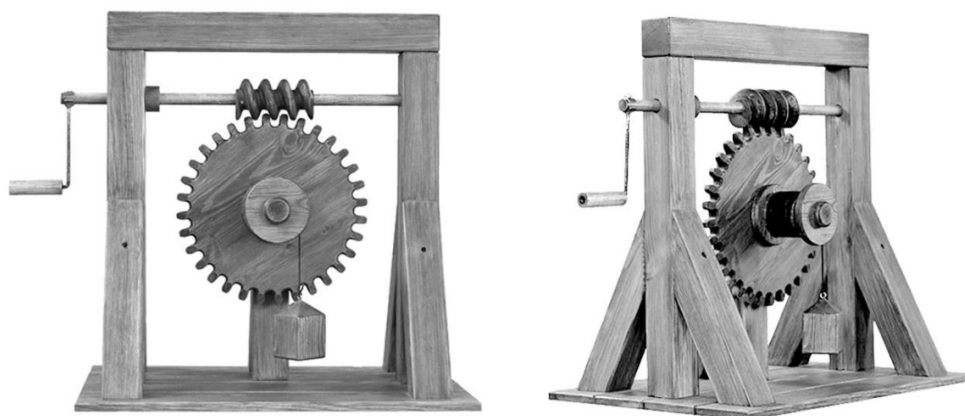
На пластинку из тугоплавкого текстолита нанесён слой оловянного припоя (температура плавления $190\text{ }^{\circ}\text{C}$) толщиной $d_1 = 20$ мкм. Эту пластинку, взятую при комнатной температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, погружают в насыщенный пар специальной полимерной жидкости (Galden), температура которого равна $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пар конденсируется на слое припоя, вследствие чего припой плавится. Определите толщину слоя сконденсировавшейся жидкости к тому моменту, когда весь слой припоя расплавится. Учитывайте теплообмен только между припоем и конденсирующимся полимером. Жидкий припой с текстолита и жидкий полимер с припоя не стекают. Плотность, удельная теплоёмкость и удельная теплота плавления припоя: $\rho_1 = 8100\text{ кг/м}^3$, $c_1 = 230\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$, $\lambda = 60\text{ кДж/кг}$. Плотность, удельная теплоёмкость и удельная теплота испарения жидкого полимера: $\rho_2 = 1800\text{ кг/м}^3$, $c_2 = 970\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$, $L = 60\text{ кДж/кг}$. Считайте, что теплота испарения не зависит от температуры.

5 Смеси двух жидкостей в трёх колбах

В лаборатории у юного химика в двух стаканах хранились две жидкости разного объёма: в одном — синяя, а в другом — красная. Однажды химик смешал половину синей и половину красной жидкости в колбе, получив смесь с плотностью ρ_1 . Остатки жидкостей из стаканов он смешал во второй и третьей колбе, при этом плотность смеси во второй колбе оказалась равной ρ_2 , а в третьей — ρ_3 . Найдите отношение объемов трёх получившихся смесей и запишите условие, которому должны удовлетворять плотности этих смесей. Считайте, что при смешивании жидкостей их объёмы складываются.

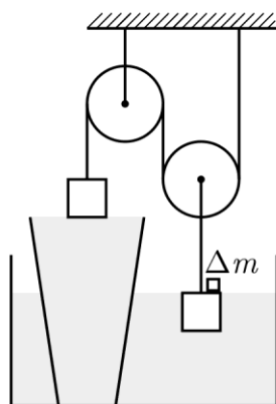
6 Червячная передача да Винчи

В последние годы стали популярны выставки, на которых демонстрируют простейшие механизмы, якобы сделанные по чертежам Леонардо да Винчи. На photographиях показан экспонат одной из таких выставок: он называется *червячная передача*. Какой выигрыш в силе (без учета трения) даёт это устройство? Считайте, что длина ворота (от ручки до горизонтальной оси) в два раза больше диаметра барабана, на который наматывается веревка.



7 Грузы, блоки и поддон с водой

В широком поддоне с вертикальными стенками, который частично заполнен водой, стоит доверху наполненный водой стакан. Два цилиндрических груза удерживаются в равновесии с помощью системы блоков и нитей, как показано на рисунке. На правом грузе стоит маленький перегрузок массой Δm . При этом левый груз касается поверхности воды своей нижней гранью, а правый груз — верхней. Площадь горизонтального поперечного сечения левого груза равна S , а правого — $2S$. С правого груза очень медленно снимают перегрузок, после чего левый груз оказывается частично погруженным в воду.



1. На сколько изменится высота уровня воды в поддоне?
2. Какая масса воды перельётся из стакана в поддон?

3. Какой вид имеет зависимость глубины погружения в воду левого груза от массы перегрузка?

Блоки невесома, нить невесома и нерастяжима, трения нет. Вода из поддона не выливается.

8 Горячая жидкость во льду

Очень толстый слой льда имеет температуру 0°C . Полярник решил провести эксперимент. Для этого он сделал во льду небольшую лунку и накрыл её слоем теплоизолятора, в который была вставлена тонкая трубка. Через эту трубку полярник очень медленно заливал в лунку неизвестную горячую жидкость с удельной теплоёмкостью c и плотностью ρ . Жидкость плавila лёд, и глубина лунки увеличивалась. Полярник обнаружил, что существует некоторое минимальное значение начальной температуры жидкости t_0 , при котором в лунку можно залить сколь угодно большое количество жидкости, и лёд будет продолжать плавиться. При этом поверхность образующейся воды никогда не поднимется до верхнего края лунки. Найдите это минимальное значение t_0 . Удельная теплота плавления льда λ , а также плотности воды и льда ρ_v и ρ_l известны.