

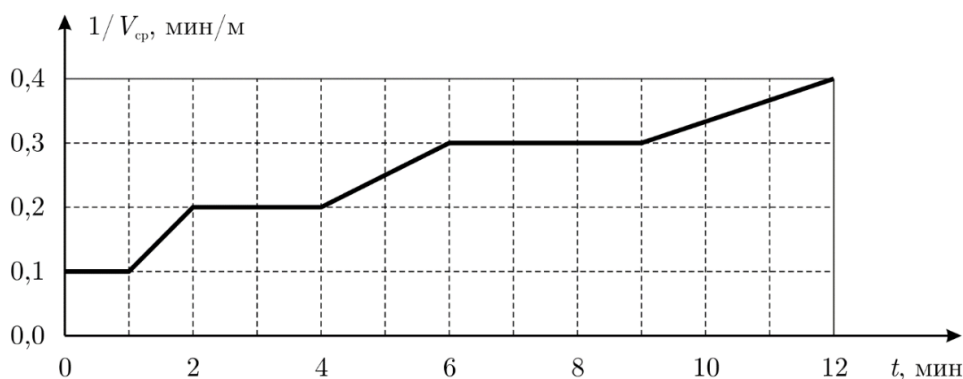
МОШ, 2017/18, заключительный этап, 8 класс

Условия и ответы

1 Марсоход и график обратной скорости

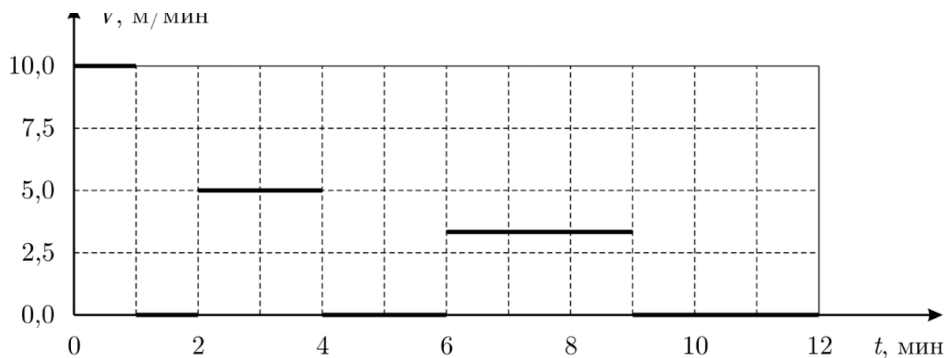
Марсоход двигался по поверхности красной планеты. Его бортовой компьютер дал сбой и в течение 12 минут строил график зависимости обратной величины средней путевой скорости $\frac{1}{V_{\text{ср}}}$ от времени t (которую компьютер вычислял с момента сбоя). Помогите ученым расшифровать полученные результаты.

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



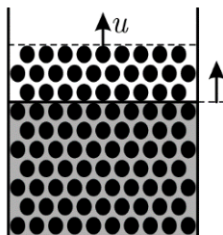
Ответ

1) график мгновенной скорости: 10 м/мин на 0–1 мин, 0 на 1–2 мин, 5 м/мин на 2–4 мин, 0 на 4–6 мин, $10/3$ м/мин на 6–9 мин, 0 на 9–12 мин (см. рис.); 2) 30 м.



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). Объём одного ореха $\Omega = 25$ см³, в одном литре их содержится $n = 30$ штук. Найдите скорость V подъёма 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.



Ответ

$$V = \frac{w - un\Omega}{1 - n\Omega} = 1,4 \text{ см/с.}$$

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.

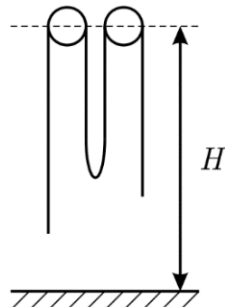


Рис. 2.

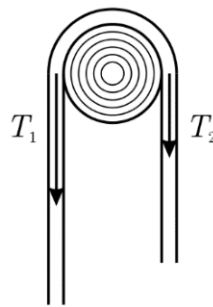


Рис. 3.

Ответ

5 м.

4 Припой в парах Galden

На пластинку из тугоплавкого текстолита нанесён слой оловянного припоя (температура плавления $190\text{ }^{\circ}\text{C}$) толщиной $d_1 = 20\text{ мкм}$. 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.

Ответ

$$d_2 = d_1 \frac{\rho_1(c_1\Delta t_1 + \lambda)}{\rho_2(c_2\Delta t_2 + L)} \approx 128\text{ мкм}.$$

5 Смеси двух жидкостей в трёх колбах

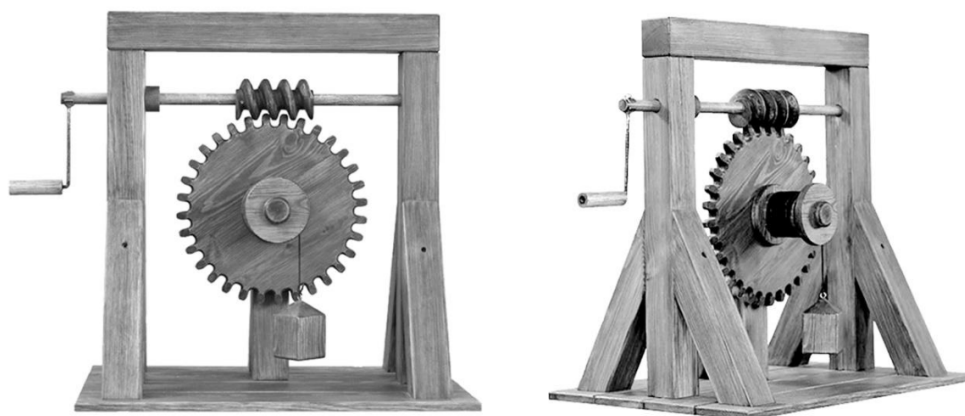
В лаборатории у юного химика в двух стаканах хранились две жидкости разного объёма: в одном — синяя, а в другом — красная. Однажды химик смешал половину синей и половину красной жидкости в колбе, получив смесь с плотностью ρ_1 . Остатки жидкостей из стаканов он смешал во второй и третьей колбе, при этом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

Ответ

а) $V_1 : V_2 : V_3 = (\rho_3 - \rho_2) : (\rho_3 - \rho_1) : (\rho_1 - \rho_2)$, плотности должны удовлетворять условию $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$; б) $V_1 : V_2 : V_3 = (\rho_2 - \rho_3) : (\rho_1 - \rho_3) : (\rho_2 - \rho_1)$, плотности должны удовлетворять условию $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$.

6 Червячная передача да Винчи

В последние годы стали популярны выставки, на которых демонстрируют простейшие механизмы, якобы сделанные по чертежам Леонардо да Винчи. На фотографиях 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.

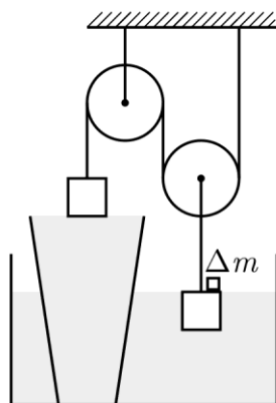


Ответ

Выигрыш в силе в 128 раз.

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.

Ответ

1) высота уровня воды в поддоне не изменится; 2) из стакана в поддон перельётся вода массой $\Delta m/3$; 3) зависимость глубины погружения левого груза от массы перегрузка прямо пропорциональная.

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 плавила 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 $\rho_{\text{в}}$ и $\rho_{\text{л}}$ известны.

Ответ

$$t_0 = \frac{\lambda \rho_{\text{в}} \rho_{\text{л}}}{c \rho (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})}.$$

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2017/18, заключительный этап, 8 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.