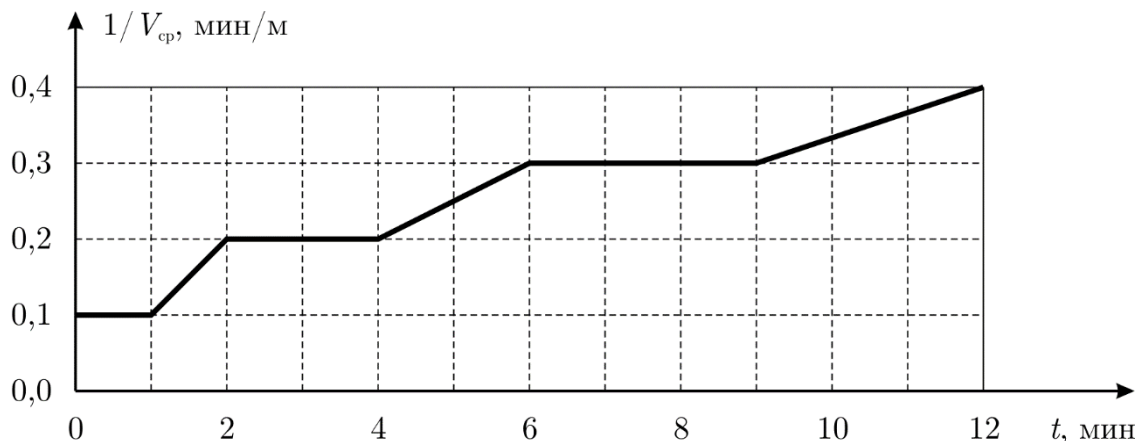


Задача 1

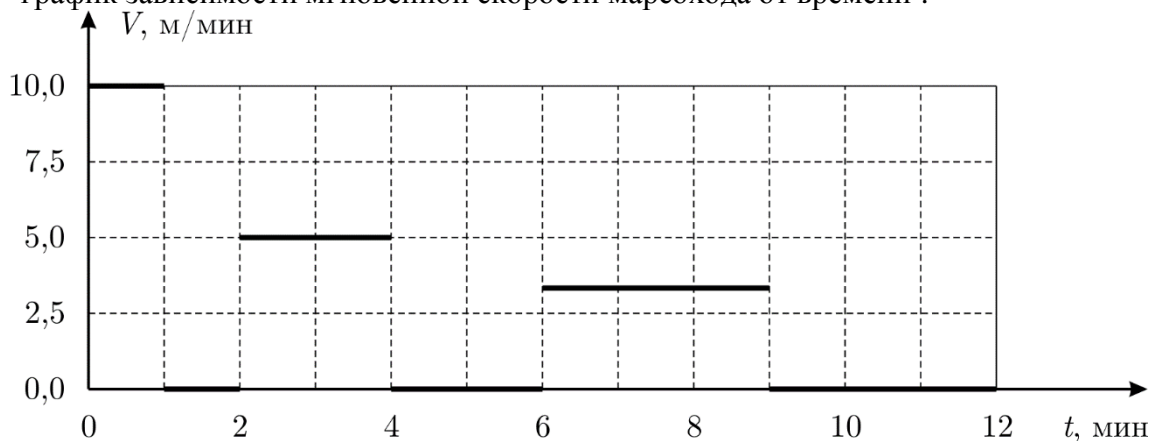
Марсоход двигался по поверхности красной планеты. Его бортовой компьютер дал сбой и в течение 12 минут строил график зависимости обратной величины средней путевой скорости $\frac{1}{V_{\text{cp}}}$ от времени t (которую компьютер вычислял с момента сбоя). Помогите ученым расшифровать полученные результаты.

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



Ответ:

- 1) график зависимости мгновенной скорости марсохода от времени :



- 2) за 12 минут марсоход проходит путь 30 м.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|---|------------------------------|
| 1) Сказано, что на горизонтальных участках V_{cp} постоянна | 1,5 балла |
| 2) Сказано, что на наклонных участках $S = \text{const}$ | 3 балла |
| 3) Верно вычислены значения мгновенных скоростей (10 м/мин, 5 м/мин и $10/3$ м/мин) | 1,5 (по 0,5 балла за каждую) |

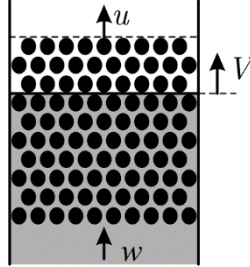
При верном графике:

- | | |
|---|-----------|
| 4) Оси подписаны с верной размерностью | 0,5 балла |
| 5) Изображены горизонтальные участки графика с ненулевой скоростью | 0,5 балла |
| 6) Изображены горизонтальные участки графика с нулевой скоростью | 1 балл |
| 7) Найден полный путь $S_{\text{полн}} = 30$ м (любым правильным методом) | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2

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:

уровень воды внутри слоя орехов поднимается со скоростью $V = (w - un\Omega)/(1 - n\Omega) = 1,4$ см/с.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|---|----------|
| 1. Нахождение доли объёма слоя, занятого орехами и водой | 1 балл. |
| 2. Идея использования неизменности объёма воды | 1 балл. |
| 3. Нахождение притока воды снизу за ед. времени | 1 балл. |
| 4. Нахождение освобождаемого орехами объёма | 2 балла. |
| 5. Нахождение добавочного объёма воды в слое из-за подъёма уровня | 2 балла. |
| 6. Выражение для сохранения потока воды | 1 балл. |
| 7. Нахождение искомой скорости | 2 балла. |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 3

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.

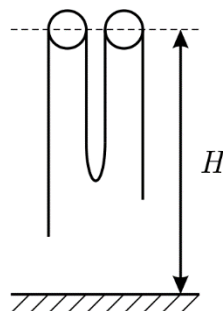


Рис. 2.

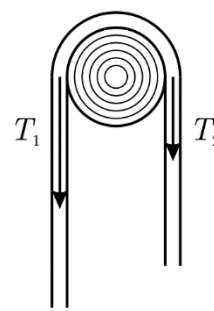


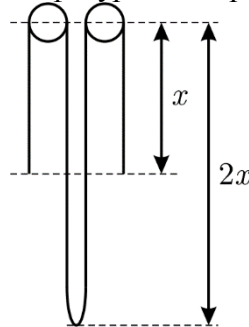
Рис. 3.

Ответ: минимальное расстояние от нижней точки веревки до земли равно 5 м.

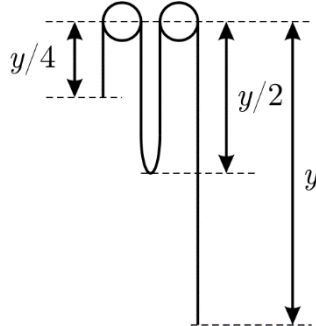
Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

1. Нарисована первая возможная конфигурация веревки 2 балла.



2. Нижняя точка веревки располагается на расстоянии 10 метров от земли 2 балла.
 3. Нарисована вторая возможная конфигурация веревки 3 балла.

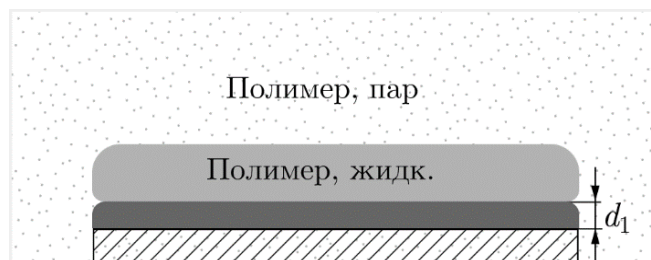


4. Нижняя точка веревки располагается на расстоянии 5 метров от земли 3 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 4

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: к моменту, когда весь слой припоя расплавится, на нем сконденсируется слой жидкости толщиной $d_2 = d_1 \frac{\rho_1(c_1\Delta t_1 + \lambda)}{\rho_2(c_2\Delta t_2 + L)} \approx 128\text{ мкм}$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

1. $d_1 S \rho_1 (c_1 \Delta t_1 + \lambda) = d_2 S \rho_2 (c_2 \Delta t_2 + L)$ (по 2 балла за каждое слагаемое уравнения) 8 баллов.

2. $d_2 = d_1 \frac{\rho_1 (c_1 \Delta t_1 + \lambda)}{\rho_2 (c_2 \Delta t_2 + L)} \approx 128 \text{ мкм}$ 2 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.