

Условие

Задание 3. Приключения Гулливера



Книга Джонатана Свифта «Путешествия Лемюэля Гулливера в некоторые отдаленные страны света, сначала хирурга, а потом капитана нескольких кораблей», написанная в 18 веке, пользуется до настоящего времени большой популярностью.

В данном задании вам необходимо проанализировать некоторые факты первых частей этой книги (путешествие в страну лилипутов и путешествие в страну великанов) с точки зрения физики.

Для анализа примем следующие предположения: - лилипуты в $n = 10$ раз меньше Гулливера, а великаны в $n = 10$ раз больше Гулливера; - как для лилипутов, так и для великанов, сохраняются все геометрические пропорции для размеров частей тела, в той же пропорции изменяются и размеры всех предметов; - лилипуты и великаны состоят из тех же атомов и молекул, что и Гулливер, поэтому физические и химические свойства всех органов рассматриваемых существ одинаковы; - физические характеристики окружающей среды (воздуха, воды и т.д.) одинаковы во всех странах; - сила, которую может развить мышца, пропорциональна площади ее поперечного сечения.

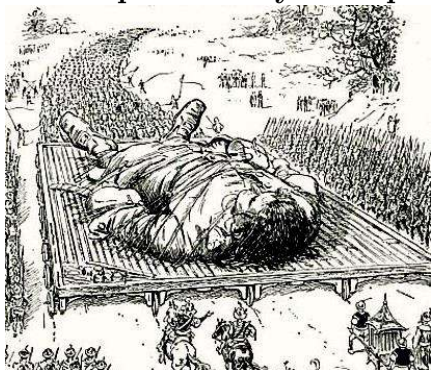
Массу Гулливера примем равной $m_0 = 80$ кг, его рост $l_0 = 180$ см.

1. Механика

1.1. Массы тел

1.1. Рассчитайте массы лилипута и великана.

1.2. Перевозка Гулливера



Примем следующие приближения: - для перевозки Гулливера на обычной платформе доста-

точно одной обыкновенной лошади; - На колеса платформы действуют силы трения качения, которые рассчитываются по формуле:

$$F = \frac{\mu}{R}mg \quad (1)$$

где m - масса перевозимого груза вместе с платформой, R - радиус колес, g - ускорение свободного падения, μ - постоянный коэффициент трения качения.

1.2 Рассчитайте, сколько «лилипутских» лошадей надо использовать, чтобы перевезти Гулливера на платформе.



1.3. Прыжки в высоту



Гулливер, прыгая с места вертикально вверх, может подпрыгнуть на высоту $h_0 = 80$ см. Это высота, на которую поднимается центр масс тела от положения центра масс в вертикальном положении стоя. Примем следующую модель прыжка: - человек приседает, а затем, развивая максимальные усилия мышц ног, выпрямляется; при этом центр масс движется вертикально (на этом этапе центр масс Гулливера поднимается на высоту $b_0 = 50$ см); сила, развиваемая мышцами ног в процессе прыжка постоянна; - после того, как человек полностью выпрямился (и достиг при этом максимальной скорости), он отрывается от земли; именно от этого положения отсчитывается высота дальнейшего «полета»; - сопротивлением воздуха следует пренебречь.

1.3 Рассчитайте, на какую высоту могут подпрыгнуть с места лилипут и великан.

2. Термодинамика

В организме любого живого существа в результате процессов жизнедеятельности происходит постоянное выделение теплоты. Можно считать, что мощность выделяющейся теплоты пропорциональна массе тела. Эта теплота, благодаря процессам теплообмена, уходит в окружающую среду. Приблизительно можно считать, что мощность теплоты, уходящей в окружающую среду, пропорциональна площади поверхности тела и разности температур тела и окружающей среды. Примем, что температура тела Гулливера при ходьбе равна $t_0 = 37^\circ\text{C}$, если температура окружающего воздуха $t_{\text{air}} = 20^\circ\text{C}$.

2.1 Рассчитайте температуры тел лилипута и великана в тех же условиях.

3. Оптика



Для обычного человека (т.е. Гулливера) расстояние наилучшего зрения равно 25 см. Если предмет находится на этом расстоянии от глаза, то на сетчатке глаза формируется четкое изображение предмета без напряжения зрачка.

3.1 Чему равны расстояния наилучшего зрения для лилипута и великана?