

1. Пінгвіни обладнали невеликий айсберг під атракціон. Айсберг отримав симетричну форму і горизонтальний круглу верхівку-майданчик радіусом r , що плавно переходить у гладенький схил для спуску у воду. Біля води схил знову стає горизонтальним, а айсберг набуває радіусу R (рис.1). Пінгвін, рухаючись прямо-лінійно, розганяється на горизонтальному майданчику, падає на лід і спускається вниз. 1) За якої умови пінгвін увійде у воду з максимальною швидкістю і чому вона дорівнює? 2) За якої умови пінгвін увійде у воду під мінімальним кутом до берегової лінії айсбергу і чому цей кут дорівнює? Опором повітря, тертям під час спуску схилом знехтувати. Вважати, що під час спуску пінгвін не відривається від поверхні айсбергу. Коефіцієнт тертя між лапами пінгвіну і поверхнею горизонтального майданчика $\mu=0,5$. Висота надводної частини айсберга $h=5$ м, радіуси $r=5$ м, $R=10$ м, $g=9,8$ м/с².
2. Кабель повітряної лінії електропередачі має композитну структуру. Навколо сталевих оцинкованих дрозин розташовані алюмінієві. Кожен наступний шар навиваються у напрямку, протилежному попередньому. На рис.2 зображено кабель, що складається з 7 внутрішніх сталевих і 30 алюмінієвих дрозин однакового діаметру $d=2$ мм. Поясніть таку будову кабелю та визначте опір 1 км його довжини. Зі скількох алюмінієвих дрозин складається наступний шар у більш товстих кабелях та під яким кутом вони навиваються? Питомі опори стали та алюмінію $\rho_{cm}=0,13$ Ом·мм²/м, $\rho_{al}=0,027$ Ом·мм²/м.
3. З планети радіусом 6400 км із прискоренням вільного падіння поблизу поверхні 10 м/с² готується запуск космічної обсерваторії (КО), яка б мала рухатися по орбіті планети, але «попереду» неї на відстані, що приблизно дорівнює 1,5 млн. км. Планета є однорідною кулею, атмосфера та добове обертання відсутні. Вона рухається навколо центральної зорі коловою орбітою радіусом 150 млн. км зі швидкістю 30 км/с. На планеті є тунель, що проходить по її діаметру планети якраз у напрямку орбітального руху планети. 1) Як можна застосувати цей тунель для економії палива при запуску КО? Скільки відсотків палива можна зекономити? Двигун КО розрахований на одне короткочасне вмикання; згоряння палива можна вважати миттєвим. 2) Як зміниться відстань між планетою та КО після одного повного обороту КО навколо зорі, якщо в заданому положенні її швидкість спрямована по дотичній до колової орбіти і дорівнює 29,99 км/с?
4. У цеху встановлено чотири баки, в яких ідуть різні хімічні реакції з виділенням тепла. Для охолодження баків організовано систему охолодження – охолоджувальна рідина прокачується через систему послідовно з'єднаних зміювиків (рис.3). При цьому в кожному баку встановлюється постійна температура реагентів: 110°C, 170°C, 180°C та 220°C (при початковій температурі охолоджувальної рідини 10°C). Незважаючи на гарну теплоізоляцію баків, вони все ж таки сильно нагрівали повітря в цеху. Тому для підтримання температури повітря 20°C доводилося вмикати кондиціонери. Запропонуйте таку (нову) послідовність з'єднання баків, для якої нагрівання повітря у цеху було б мінімальним. На скільки процентів вдасться при цьому зменшити потужність кондиціонерів? Вважати, що якість зміювиків дуже висока й на виході кожного з них охолоджувальна рідина має температуру реагенту, що охолоджується; потоки тепла з баків у повітря прямо пропорційні різниці температур усередині та зовні баків з однаковим коефіцієнтом пропорційності; витік тепла з бака в повітря нехтовно малий у порівнянні з відбором тепла через зміювики; теплообміном між охолоджуючою рідиною та повітрям кімнати знехтувати; охолоджуюча рідина подається в баки послідовно; теплова потужність хімічних реакцій у кожному баці постійна..
5. Ділянка електричної схеми містить сім резисторів (рис. 4). Схема коректно працює, якщо номінали вказаних резисторів дорівнюють їхнім номерам ($R_1=1$ Ом, $R_2=2$ Ом і т.ін.) Резистор R_2 перегорів, і замінити його новим резистором номіналом 2 Ом неможливо. Для відновлення працездатності схеми один із резисторів, що залишилися, замінили резистором іншого номіналу. Який резистор було замінено? Резистор якого номіналу впаляти замість нього?

Задачі запропонували О.Ю.Орлянський (1-2), І.М.Гельфгат (3), Є.П.Соколов (4, 5).

1. Пингвины оборудовали небольшой айсберг под аттракцион. Айсберг приобрел симметричную форму и горизонтальную круглую вершину-площадку радиусом r , плавно переходящую в гладкий склон для спуска в воду. У воды склон снова становится горизонтальным, а айсберг имеет радиус R (рис. 1). Пингвин, разгоняясь прямолинейно на горизонтальной площадке, падает на лед и спускается вниз. 1) При каком условии пингвин войдет в воду с максимальной скоростью и чему она равна? 2) При каком условии пингвин войдет в воду под минимальным углом к береговой линии айсберга и чему этот угол равен? Сопротивлением воздуха, трением во время спуска по склону пренебречь. Считать, что во время спуска пингвин не отрывается от поверхности айсберга. Коэффициент трения между лапами пингвина и поверхностью горизонтальной площадки $\mu=0,5$. Высота надводной части айсберга $h=5$ м, радиусы $r=5$ м, $R=10$ м, $g=9,8$ м/с².
2. Кабель воздушной линии электропередачи имеет композитную структуру. Вокруг стальных оцинкованных проволок размещены алюминиевые. Каждый следующий слой навивается в направлении, противоположном предыдущему. На рис.2 изображен кабель, состоящий из 7 внутренних стальных и 30 алюминиевых проволок одинакового диаметра $d=2$ мм. Объясните такое строение кабеля и определите сопротивление 1 км его длины. Из скольких алюминиевых проволок состоит следующий слой в более толстых кабелях и под каким углом они навиваются? Удельные сопротивления стали и алюминия $\rho_{cm}=0,13$ Ом·мм²/м, $\rho_{al}=0,027$ Ом·мм²/м.
3. С планеты радиусом 6400 км с ускорением свободного падения у поверхности 10 м/с² готовится запуск космической обсерватории (КО), которая должна была бы двигаться по орбите планеты, но «вперед» нею на расстоянии приблизительно 1,5 млн. км. Планета представляет собой однородный шар, атмосфера и суточное вращение отсутствуют. Она движется вокруг центральной звезды по круговой орбите радиусом 150 млн. км со скоростью 30 км/с. На планете есть туннель, проходящий по ее диаметру как раз в направлении орбитального движения планеты. 1) Как можно использовать этот туннель для экономии топлива при запуске КО? Сколько процентов топлива можно сэкономить? Двигатель КО рассчитан на одно кратковременное включение; можно считать сгорание топлива мгновенным. 2) Как изменится расстояние между планетой и КО после одного полного оборота КО вокруг звезды, если в заданном положении ее скорость направлена по касательной к круговой орбите и равна 29,99 км/с?
4. В цеху установлены четыре бака, в которых идут разные химические реакции с выделением тепла. Для охлаждения баков организована система охлаждения - охлаждающая жидкость прокачивается через систему последовательно соединенныхзмеевиков (рис.3). При этом в каждом баке устанавливается постоянная температура реагентов: 110°C, 170°C, 180°C и 220°C (при начальной температуре охлаждающей жидкости 10°C). Несмотря на хорошую теплоизоляцию баков, они все-таки сильно нагревали воздух в цеху. Поэтому для поддержания температуры воздуха 20°C приходилось включать кондиционеры. Предложите такую (новую) последовательность соединения баков, для которой нагрев воздуха в цеху был бы минимальным. На сколько процентов удастся при новом подключении уменьшить мощность кондиционеров? Считать, что качествозмеевиков очень высокое и на выходе каждого из них охлаждающая жидкость имеет температуру охлаждаемого реагента; потоки тепла из баков в воздух прямо пропорциональны разности температур внутри и снаружи баков с одинаковым коэффициентом пропорциональности; теплообменом между охлаждающей жидкостью и воздухом комнаты пренебречь; тепловая мощность химических реакций в каждом баке постоянна и охлаждающая жидкость подается в баки последовательно; утечки тепла в воздух пренебрежимо малы по сравнению с отбором тепла через теплообменники.
5. Участок электрической схемы содержит семь резисторов (рис. 4). Схема корректно работает, если номиналы указанных резисторов равны их номерам ($R_1=1$ Ом, $R_2=2$ Ом и т.д.) Резистор R_2 перегорел, и заменить его новым резистором номиналом 2 Ом невозможно. Для восстановления работоспособности схемы один из оставшихся резисторов заменили резистором другого номинала. Какой резистор было заменен? Резистор какого номинала впаляти вместо него?

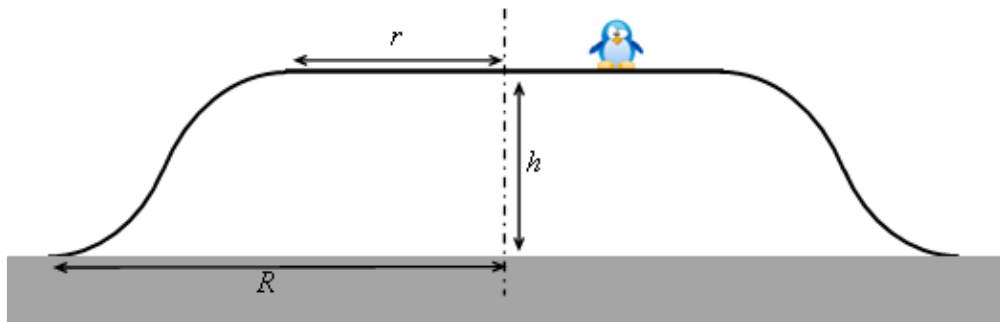


Рис.1



Рис.2

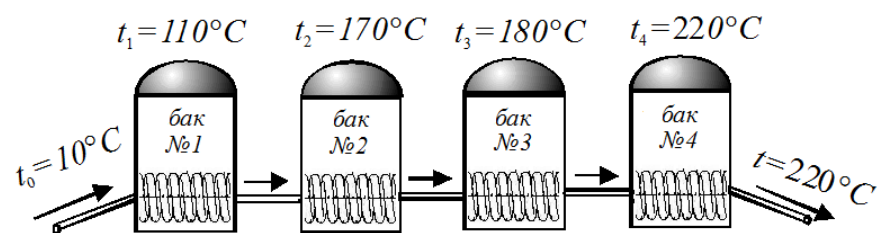


Рис.3

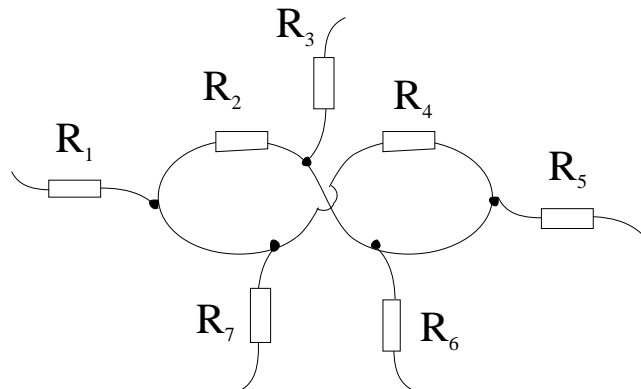


Рис.4