

1. В однорідному горизонтальному магнітному полі на горизонтальній поверхні стоїть візок з вмонтованим довгим вертикальним діелектричним стрижнем. На стрижень зверху надягають заряджене кільце і відпускають (мал.0). Описати характер руху кільця і візка, знайти їх максимальні швидкості. Тертям і опором повітря, а також зазором між стрижнем і кільцем знехтувати. Маса візка зі стрижнем M , довжина стрижня l , маса кільця m , заряд кільця q (в процесі руху не змінюється), магнітна індукція B .

2. Мавпа сидить у циліндричному «драбинному» барабані, який може без тертя обертатися навколо горизонтальної осі, що співпадає з його центром (мал.1). Біля верхньої точки C барабана висить банан. Перебуваючи в нижній точці A барабана, мавпа спочатку розгойдується, як на гойдалці, поки не досягне точки B на рівні осі барабана. Тут вона починає бігти по бічній поверхні барабана, перехоплюючи шаблі драбини, утримуючись певний час t на рівні осі барабана. Яким має бути цей час, щоб мавпа потім легко дісталася до банана? Кругова частота малих власних коливань барабана з мавпою поблизу точки A дорівнює k . Урахувати, що спроба потрапити спочатку в точку C , не зупиняючись у точці B , не дала результату.

3. У одну зі стінок скляної кювети, заповненої водою, вмонтована опукла лінза з радіусами кривизни поверхонь r_1 та r_2 (мал.2). В кювету насипають сіль, утворюється однорідний за об'ємом розчин. При нагріванні показник заломлення розчину зростає лінійно з часом за законом $n(t) = n_0 + \alpha t$. Запишіть формулу тонкої лінзи у цьому випадку. Зобразіть графічно залежність оптичної сили лінзи у такій системі від часу нагрівання та прокоментуйте цю залежність. Розрахуйте залежність фокусної відстані лінзи у розчині від часу. Відобразіть зміну положення зображення бульбашки (об'єкту), яке ми бачимо, дивлячись на неї крізь скло із повітря, якщо у початковий момент вона знаходилася на подвійній фокусній відстані у воді і надалі залишалася нерухомою. Як залежить від часу відношення радіуса зображення бульбашки до радіусу самої бульбашки (коефіцієнт збільшення)? Вважати, що показники заломлення повітря $n_1 = 1$, лінзи n_2 , а показник заломлення води при $t = 0$; $n_0 < n_2$.

4. Залежність напруги між клеммиами схеми (мал.3) від часу представлено графіком на мал.4. Період прикладеної напруги – T , амплітуда – U_0 . Знайти ефективне значення струму, яке покаже амперметр A , увімкнений у схему мал.3, якщо опори всіх резисторів однакові і дорівнюють R . Амперметр і діоди вважати ідеальними. (див. мал.5). Добуток ефективних значень напруги та сили струму дорівнює середній тепловій потужності, яка виділяється на активному опорі.

5. Механічний годинник з гирею можна наближено розглядати як маятник із згасанням, рівняння коливань якого має вигляд $\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, $\omega_0^2 > 0$, $\delta \ll \omega_0$, де x – величина, яка характеризує відхилення від положення рівноваги (точка над символом позначає диференціювання за часом), δ – параметр в'язкого тертя, ω_0 – власна частота. У моменти часу, коли маятник проходить через положення рівноваги, його швидкість зростає за модулем на сталу величину Δ під дією так званого анкерного механізму (за рахунок потенціальної енергії гирі). В результаті рух маятника стає строго періодичним. Зобразіть (на якісному рівні) залежність швидкості маятника \dot{x} від відхилення x (фазову траєкторію) в режимі усталених коливань. Знайдіть максимальне відхилення маятника від положення рівноваги в цьому режимі.

1. В однородном горизонтальном магнитном поле на горизонтальной поверхности стоит тележка с вмонтированным длинным вертикальным диэлектрическим стержнем. На стержень сверху надевают заряженное кольцо и отпускают (рис.0). Описать характер движения кольца и тележки и найти их максимальные скорости. Трением и сопротивлением воздуха, а также зазором между стержнем и кольцом пренебречь. Масса тележки со стержнем M , длина стержня l , масса кольца m , заряд кольца q (в процессе движения не изменяется), магнитная индукция B .

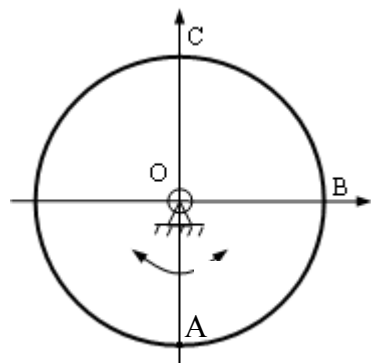
2. Обезьяна сидит в цилиндрическом «лестничном» барабане, который может без трения вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с его центром (рис.1). Возле верхней точки C барабана висит банан. Находясь в нижней точке A барабана, обезьяна сначала раскачивается, как на качелях, пока не достигнет точки B на уровне оси барабана. Здесь она начинает бежать по боковой поверхности барабана, перехватывая перекладины лестницы, удерживаясь некоторое время t на уровне оси барабана. Каким должно быть это время, чтобы обезьяна потом легко добралась до банана? Круговая частота малых собственных колебаний барабана с обезьяной вблизи точки A равна k . Учесть, что попытка попасть сначала в точку C , не останавливаясь в точке B , не дала результата.

3. В одну из стенок стеклянной кюветы, заполненной водой, встроена выпуклая линза с радиусами кривизны поверхностей r_1 и r_2 (рис.2). В кювету насыпают соль, при этом образуется однородный по объему раствор. При нагревании показатель преломления раствора возрастает линейно со временем по закону $n(t) = n_0 + \alpha t$. Запишите формулу тонкой линзы в этом случае. Изобразите графически зависимость оптической силы линзы в такой системе от времени нагревания и прокомментируйте эту зависимость. Рассчитайте зависимость фокусного расстояния линзы в растворе от времени. Отразите изменение положения изображения пузырька (объекта), которое мы видим, глядя на него сквозь стекло из воздуха, если в начальный момент он находился на двойном фокусном расстоянии в воде и в дальнейшем оставался неподвижным. Как зависит от времени отношения радиуса изображения пузырька к радиусу самого пузырька (коэффициент увеличения)? Считать, что показатели преломления воздуха $n_1 = 1$, линзы n_2 , а показатель преломления воды при $t = 0$; $n_0 < n_2$.

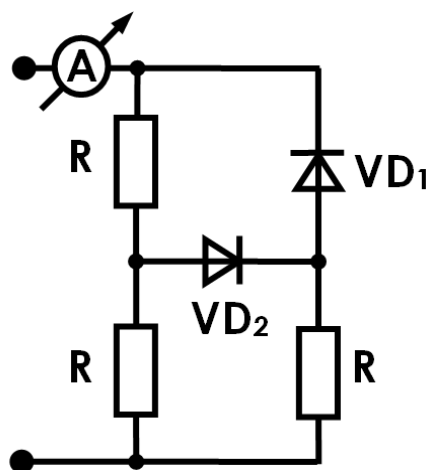
4. Зависимость напряжения между клеммами схемы (рис.3) от времени представлена графиком на рис.4. Период приложенного напряжения – T , амплитуда – U_0 . Найти эффективное значение тока, которое покажет амперметр A , включенный в схему на рис.3, если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны R . Амперметр и диоды считать идеальными. (см. рис.5). произведение эффективных значений напряжения и силы тока равна средней тепловой мощности, выделяемой на активном сопротивлении.

5. Механические часы с гирей можно приближенно рассматривать как маятник с затуханием, уравнение колебаний которого имеет вид $\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, $\omega_0^2 > 0$, $\delta \ll \omega_0$, где x – величина, характеризующая отклонение от положения равновесия (точка над символом обозначает дифференцирование по времени) δ – параметр вязкого трения, ω_0 – собственная частота. В моменты времени, когда маятник проходит через положение равновесия, его скорость возрастает по модулю на постоянную величину Δ под действием так называемого анкерного механизма (за счет потенциальной энергии гирь). В результате движение маятника становится строго периодическим. Изобразите (на качественном уровне) зависимость скорости маятника \dot{x} от отклонения x (фазовую траекторию) в режиме установившихся колебаний. Найдите максимальное отклонение маятника от положения равновесия в этом режиме.

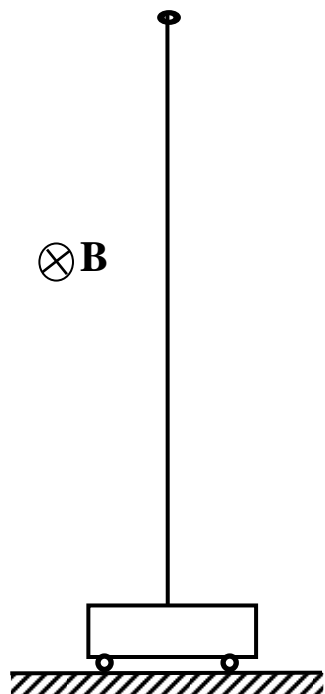
Задачи предложили О.Ю.Орлянский (1), А.П.Федоренко (2), И.Л.Рубцова (3), Л.Н.Заседка (4), И.А.Анисимов (5).



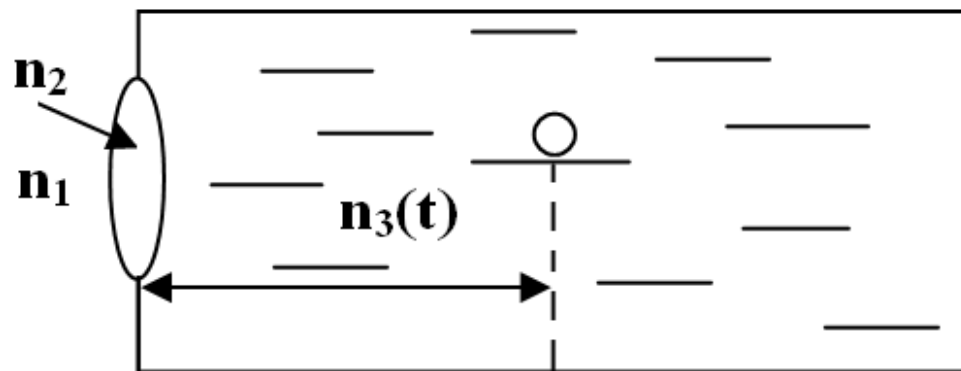
Мал. 1.



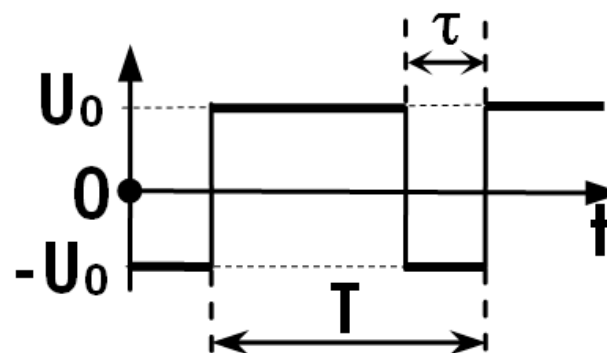
Мал. 3.



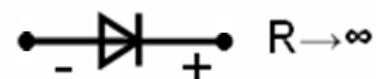
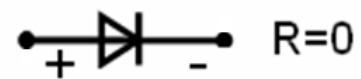
Мал. 0.



Мал. 2.



Мал. 4.



Мал. 5.