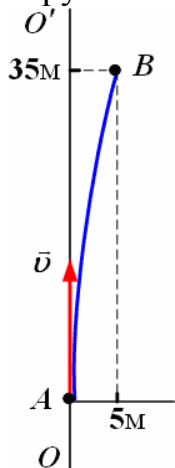


## Профиль «Техника и технологии»

### Задача №1

Автомобиль, двигаясь вдоль прямой  $OO'$  шоссе (см. рис.) и начиная поворачивать в точке  $A$ , не снижая скорости, движется по дуге  $AB$  окружности. В точке  $B$  автомобиль сбивает придорожный столбик.



Если считать, что сцепление шин с асфальтом хорошее (коэффициент трения  $\mu = 0,8$ ), центр масс автомобиля расположен примерно посередине и поднят не очень высоко над дорогой, а руль автомобиля управляет его передними колесами, то

- 1) радиус окружности можно определить, используя равенство вида ...;
- 2) сила трения, действующая на передние колеса в направлении, перпендикулярном скорости автомобиля, определяется выражением вида ...;
- 3) максимальная скорость, с которой мог ехать автомобиль, равна....

**Ответ:** 1)  $2Ra = h^2 + a^2$ , 2)  $F_{mp} = \mu \frac{mg}{2}$ , 3)  $v_{\max} \approx 80$  км/ч

### Задача №2

Молярная теплоемкость идеального газа изменяется с температурой по закону  $C = \alpha T$ , где  $\alpha = const$ . Если  $\nu$  - количество вещества,  $R$  -

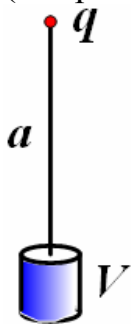
универсальная газовая постоянная,  $\gamma = C_p / C_V$  - коэффициент Пуассона,  $C_V$  и  $C_p$  - молярные теплоемкости при постоянном объеме и давлении,  $i$  - число степеней свободы молекул, то 1) первое начало термодинамики, 2) уравнение процесса, связывающее объем  $V$  и температуру  $T$ , имеют вид....

**Ответ:** 1)  $\nu \alpha T dT = \nu C_V dT + p dV$ , 2)  $V T^{\frac{1}{\gamma-1}} \exp\left(-\frac{\alpha T}{R}\right) = const$

### Задача №3

Известно, что электрически заряженные тела могут притягивать незаряженные тела. Незаряженным телом является проводящий цилиндр, подвешенный на тонкой шелковой нити к металлическому шарик. Размеры

цилиндра и шарика значительно меньше длины нити  $a$ , а объем цилиндра  $V$  (см. рис.).

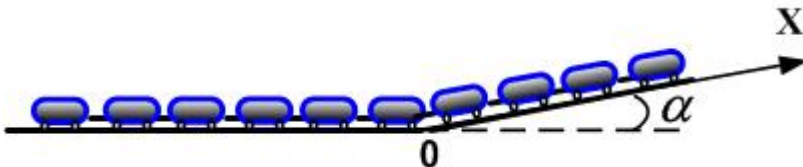


Ось цилиндра направлена вдоль линии, проходящей через центр шарика. Если сила взаимодействия заряженного шарика и с индуцированными зарядами на торцах незаряженного цилиндра равна  $F$ , то 1) напряженность поля, созданного индуцированными зарядами; 2) заряд  $q'$ , индуцированный на торцах цилиндра; 3) заряд металлического шарика, определяются выражениями вида: ....

**Ответ:** 1)  $E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$ ; 2)  $q' = \frac{qS}{4\pi a^2}$ ; 3)  $q = 2\pi a^2 \sqrt{2\epsilon_0 a \frac{F}{V}}$ , где  $\sigma'$  - поверхностная плотность заряда, индуцированного на торцах площадью  $S$  цилиндра объемом  $V$ .

#### Задача №4

Длинный железнодорожный состав, двигаясь по инерции со скоростью  $v_0$ , въезжает на горку с углом наклона  $\alpha$  (см. рисунок).

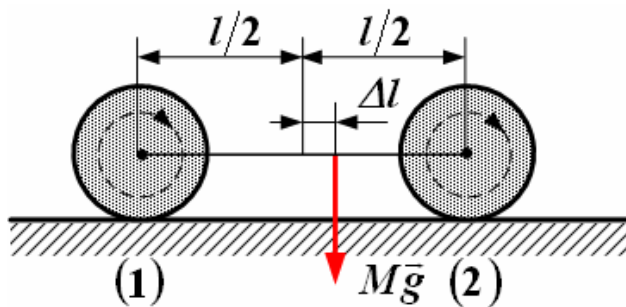


Когда состав полностью остановился, на горке находилась четверть его длины. Если длина состава  $L$  и трением во время подъема можно пренебречь, то 1) уравнение движения состава, записанное на основе второго закона Ньютона; 2) время  $\Delta t$  от начала подъема, по истечении которого надо включить тормоза, чтобы износ тормозных колодок вагонов был минимальным, определяются выражениями вида ...

**Ответ:** 1)  $Ma = -\frac{Mxg \sin \alpha}{L}$ ; 2)  $\Delta t = \frac{\pi L}{8v_0}$

#### Задача №5

Автомобиль повышенной проходимости может использовать в качестве ведущих задние (1) или передние (2) колеса.

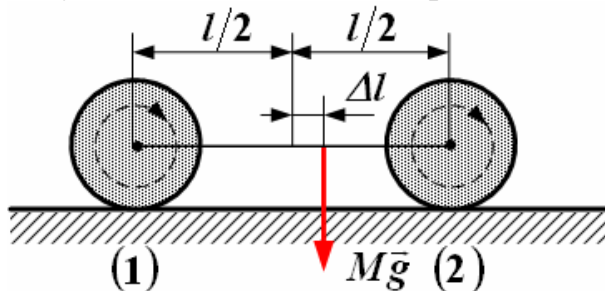


Коэффициент трения колес о дорогу  $\mu$ , масса автомобиля  $M$ , расстояние между центрами колес  $l$ , радиус колес  $R$ . Передняя и задняя оси расположены в одной горизонтальной плоскости; центр масс автомобиля лежит в этой же плоскости на разном расстоянии от осей. Формулы для определения силы тяги для случая, когда 1) ведущие колеса - задние, 2) ведущие колеса - передние имеют вид ...

**Ответ:** 1)  $T_1 = F_{\text{тр}1} = \mu N_1$ ; 2)  $T_2 = F_{\text{тр}2} = \mu N_2$

#### Задача №6

Автомобиль повышенной проходимости может использовать в качестве ведущих задние (1) или передние (2) колеса.



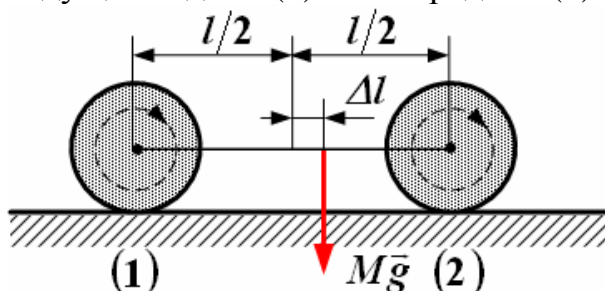
Коэффициент трения колес о дорогу  $\mu$ , масса автомобиля  $M$ , расстояние между центрами колес  $l$ , радиус колес  $R$ . Передняя и задняя оси расположены в одной горизонтальной плоскости; центр масс автомобиля лежит в этой же плоскости на разном расстоянии от осей. Сила тяги автомобиля для случая, когда ведущие колеса - задние, определяется выражением вида ...

$$T_1 = \mu \frac{Mg(l - 2\Delta l)}{2(l - \mu R)}$$

**Ответ:**

#### Задача №7

Автомобиль повышенной проходимости может использовать в качестве ведущих задние (1) или передние (2) колеса.



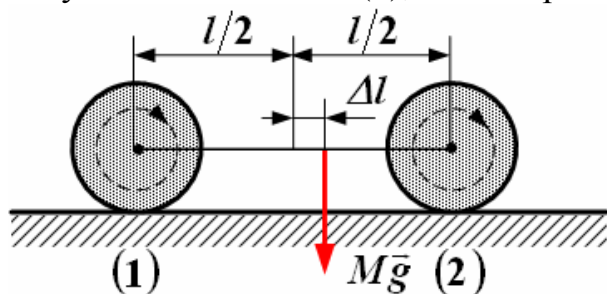
Коэффициент трения колес о дорогу  $\mu$ , масса автомобиля  $M$ , расстояние между центрами колес  $l$ , радиус колес  $R$ . Передняя и задняя оси расположены в одной горизонтальной плоскости; центр масс автомобиля лежит в этой же плоскости на разном расстоянии от осей. Сила тяги автомобиля для случая, когда ведущие колеса - передние, определяется выражением вида ...

$$T_2 = \mu \frac{Mg(l + 2\Delta l)}{2(l + \mu R)}$$

**Ответ:**

### Задача №8

Автомобиль повышенной проходимости может использовать в качестве ведущих либо задние (1), либо передние (2) колеса.



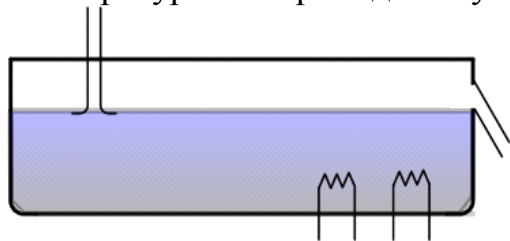
Коэффициент трения колес о дорогу  $\mu$ , масса автомобиля  $M$ , расстояние между центрами колес  $l$ , радиус колес  $R$ . Передняя и задняя оси расположены в одной горизонтальной плоскости; центр масс автомобиля лежит в этой же плоскости на разном расстоянии от осей. Если сила тяги развивается одинаковая в случаях, когда ведущие колеса - задние или - передние, то расстояние  $\Delta l$ , на которое сдвинут центр тяжести автомобиля, определяется выражением вида...

$$\Delta l = \frac{\mu R}{2}$$

**Ответ:**

### Задача №9

Для поддержания постоянной температуры  $t_2$  воды в проточном аквариуме используют два одинаковых спиральных нагревателя мощностью  $P$  каждая (см. рис). В обычном режиме включают один из них, а если подключают параллельно второй нагреватель, то расход проточной холодной воды с температурой  $t_1$  приходится увеличить в три раза.



Если 1) в первом случае включена одна спираль; 2) во втором случае включены две спирали, соединенные параллельно, то мощности, получаемые

водой от нагревателя, и мощности, отдаваемые аквариумом в окружающую среду, для этих случаев связаны соотношениями вида: ...

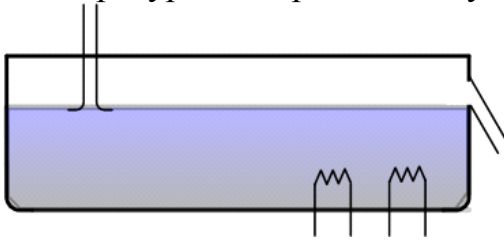
Вода быстро перемешивается.

**Ответ:** 1)  $P = q + c \frac{\Delta m}{\Delta \tau} (t_2 - t_1)$  ; 2)  $2P = q + c \frac{3\Delta m}{\Delta \tau} (t_2 - t_1)$ , где  $c$  - удельная

теплоемкость воды,  $\Delta \tau$  - секундный расход холодной воды и  $q$  - мощность тепловых потерь

**Задача №10**

Для поддержания постоянной температуры  $t_2$  воды в проточном аквариуме используют два одинаковых спиральных нагревателя мощностью  $P$  каждая (см. рис). В обычном режиме включают один из них, а если подключают параллельно второй нагреватель, то расход проточной холодной воды с температурой  $t_1$  приходится увеличить в три раза.



Если эти температуры  $t_2$  и  $t_1$  не меняются, то мощность потерь  $q$ , оставаясь неизменной, определяется выражением вида: ...

Вода быстро перемешивается.

**Ответ №1:**

$$q = \frac{1}{2} P$$

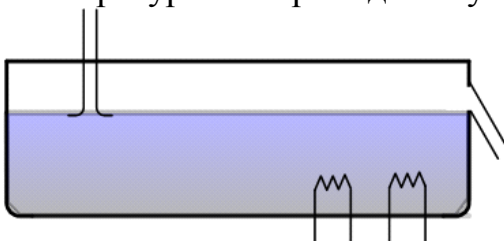
**Ответ №2:**

$$q = c \frac{\Delta m}{\Delta \tau} (t_2 - t_1) \frac{\Delta m}{\Delta \tau}$$

, где  $c$  - удельная теплоемкость воды,  $\Delta \tau$  - секундный расход холодной проточной воды

**Задача №11**

Для поддержания постоянной температуры  $t_2$  воды в проточном аквариуме используют два одинаковых спиральных нагревателя мощностью  $P$  каждая (см. рис). В обычном режиме включают один из них, а если подключают параллельно второй нагреватель, то расход проточной холодной воды с температурой  $t_1$  приходится увеличить в три раза.



Если нагреватели включены в сеть последовательно, то секундный расход

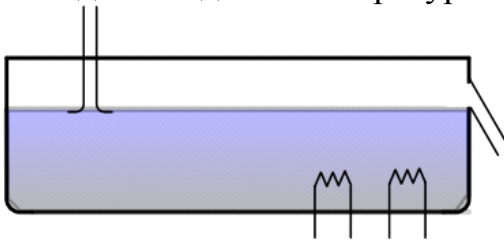
холодной воды  $\frac{\Delta m}{\Delta \tau}$  определяется выражением вида: ...  
 Вода быстро перемешивается.

$$\frac{\Delta m}{\Delta \tau} = 0$$

**Ответ:**  $\Delta \tau$

**Задача №12**

Для поддержания постоянной температуры воды  $t_2 = 27^\circ\text{C}$  в проточном аквариуме используют два одинаковых спиральных нагревателя мощностью  $P = 100 \text{ Вт}$  каждая (см. рис). В обычном режиме включают один из них, а если подключают параллельно второй нагреватель, то расход проточной холодной воды с температурой  $t_1 = 10^\circ\text{C}$  приходится увеличить в три раза.



Если включен один нагреватель, то секундный расход холодной проточной

воды  $\frac{\Delta m}{\Delta \tau}$  равен ...

$$10 \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

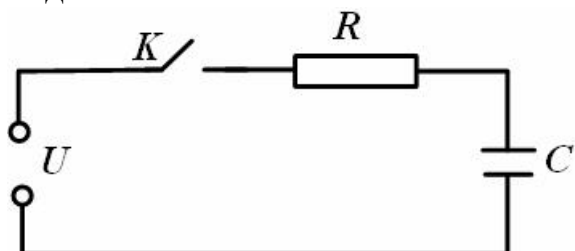
Ответ определите в (г/с), округлите до десятых и выразите в виде ...  
 Вода быстро перемешивается. Удельная теплоемкость воды равна

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

**Ответ:** 7

**Задача №13**

Напряжение на источнике меняется со временем по линейному закону:  $U = \alpha t$ . В начальный момент напряжение было равно нулю. С помощью ключа  $K$  источник можно подключить к схеме, приведенной на рисунке. Если ключ замыкают в момент времени  $t = \tau$ , чтобы ток в цепи был постоянным по величине, то в этот момент выполнялись условия, имеющие вид: ...



Сопротивление резистора  $R$ , емкость конденсатора  $C$ .

**Ответ №1:**

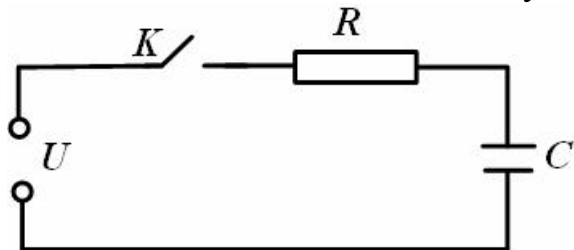
$$\alpha\tau = RI_o$$

**Ответ №2:**

$$U(\tau) = RI_o$$

**Задача №14**

Напряжение на источнике меняется со временем по линейному закону:  $U = \alpha t$ . В начальный момент напряжение было равно нулю. С помощью ключа  $K$  источник можно подключить к схеме, приведенной на рисунке. Если ключ замыкают в момент времени  $t = \tau$ , чтобы ток в цепи был постоянным по величине, то в моменты времени  $t_1 > \tau$  и  $t_2 > \tau$  после замыкания ключа выполняются условия, имеющие вид: ...

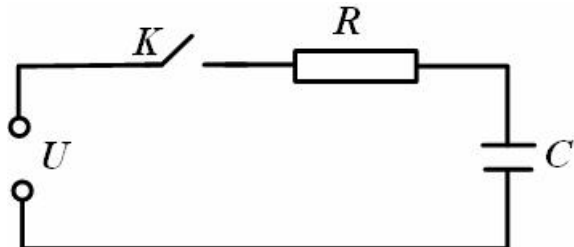


Сопротивление резистора  $R$ , емкость конденсатора  $C$ .

**Ответ:**  $\alpha t_1 = RI_o + \frac{q_1}{C}$  и  $\alpha t_2 = RI_o + \frac{q_2}{C}$ , где  $I_o$  - постоянный ток, текущий через резистор,  $q_1$  и  $q_2$  - заряды на конденсаторе в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ .

**Задача №15**

Напряжение на источнике меняется со временем по линейному закону:  $U = \alpha t$ . В начальный момент напряжение было равно нулю. С помощью ключа  $K$  источник можно подключить к схеме, приведенной на рисунке. Если ключ замыкают в момент времени  $t = \tau$ , чтобы ток в цепи был постоянным по величине, то соотношение между величиной этого постоянного тока  $I_o$  и емкостью конденсатора  $C$ , имеет вид: ...

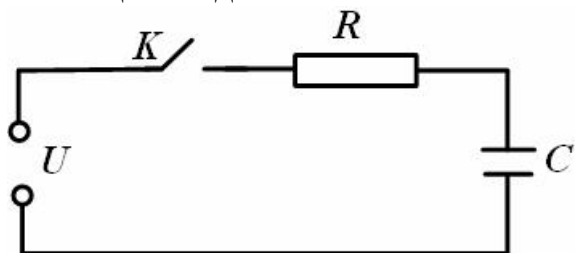


**Ответ:**  $I_o = \alpha C$

**Задача №16**

Напряжение на источнике меняется со временем по линейному закону:  $U = \alpha t$ . В начальный момент напряжение было равно нулю. С помощью ключа  $K$  источник можно подключить к схеме, приведенной на рисунке. Если ключ замыкают в момент времени  $t = \tau$ , чтобы ток в цепи был

постоянным по величине, то этот момент времени определяется равенством, имеющим вид: ...



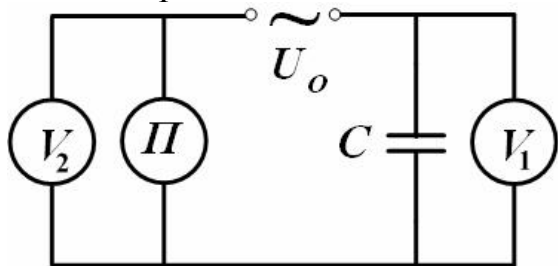
Сопротивление резистора  $R$ , емкость конденсатора  $C$ .

**Ответ:**  $\tau = RC$

### Задача №17

Для изменения мощности, потребляемой электрическим прибором  $\Pi$ , его подключили через конденсатор емкостью  $C = 0,6 \text{ мкФ}$  к сети переменного тока с частотой  $\nu = 50 \text{ Гц}$  и напряжением  $U_o = 220 \text{ В}$  (см. рис.). Если вольтметр  $V_1$  показывает напряжение  $U_1 = 53,1 \text{ В}$ , а вольтметр  $V_2$  -  $U_2 = 190 \text{ В}$ , то действующее значение тока в цепи, определяемое формулой ....., равно .....

Вольтметры считать идеальными.



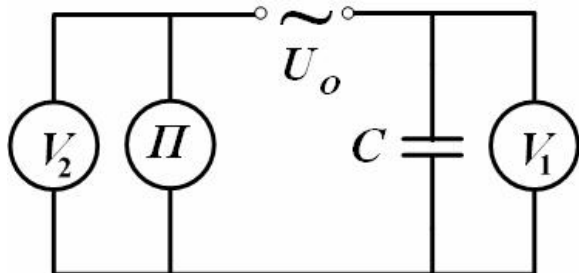
$$I = 2\pi\nu C \cdot U_1 \approx 0,01 \text{ А}$$

**Ответ:**

### Задача №18

Для изменения мощности, потребляемой электрическим прибором  $\Pi$ , его подключили через конденсатор емкостью  $C = 0,6 \text{ мкФ}$  к сети переменного тока с частотой  $\nu = 50 \text{ Гц}$  и напряжением  $U_o = 220 \text{ В}$  (см. рис.). Если вольтметр  $V_1$  показывает напряжение  $U_1 = 53,1 \text{ В}$ , а вольтметр  $V_2$  -  $U_2 = 190 \text{ В}$ , то прибор  $\Pi$  содержит ... сопротивление.

Амперметр и вольтметр считать идеальными.

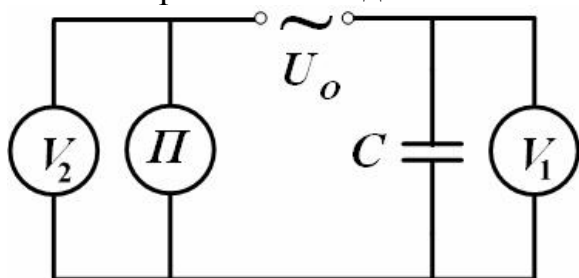




**Ответ:** активное и реактивное

**Задача №19**

Для изменения мощности, потребляемой электрическим прибором  $\Pi$ , его подключили через конденсатор емкостью  $C = 0,6 \text{ мкФ}$  к сети переменного тока с частотой  $\nu = 50 \text{ Гц}$  и напряжением  $U_o = 220 \text{ В}$  (см. рис.). Если вольтметр  $V_1$  показывает напряжение  $U_1 = 53,1 \text{ В}$ , а вольтметр  $V_2$  -  $U_2 = 190 \text{ В}$ , то сдвиг фаз  $\varphi$  между током  $I$  и напряжением  $U_2$  определяется выражением вида ... и равно ...  
Вольтметры считать идеальными.



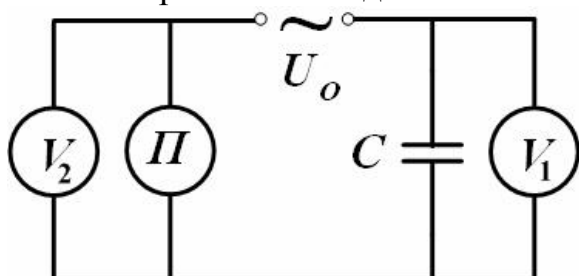
$$\varphi = 90^\circ - \arccos \frac{U_o^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1U_2} \approx 28^\circ$$

**Ответ:**

**Задача №20**

Для изменения мощности, потребляемой электрическим прибором  $\Pi$ , его подключили через конденсатор емкостью  $C = 0,6 \text{ мкФ}$  к сети переменного тока с частотой  $\nu = 50 \text{ Гц}$  и напряжением  $U_o = 220 \text{ В}$  (см. рис.). Если вольтметр  $V_1$  показывает напряжение  $U_1 = 53,1 \text{ В}$ , а вольтметр  $V_2$  -  $U_2 = 190 \text{ В}$ , то величина мощности  $P$ , потребляемой от сети прибором  $\Pi$ , равна ....

Ответ определите в (Вт), округлите до сотых и выразите в виде  $10^2 \cdot P$ .  
Вольтметры считать идеальными.



**Ответ:** 168

**Задача №21**

Действующая модель подъемного крана способна поднять 10 бетонных плит без обрыва троса. Для определения количества плит, поднимаемых реальным

краном, изготовленным из тех же материалов, при условии, что линейные размеры крана, троса и плит в 12 раз больше, чем в модели, справедливы следующие утверждения: ...

**Ответ №1:**

максимальная нагрузка, которую выдерживает трос крана, определяется пределом прочности материала троса

**Ответ №2:**

предел прочности материала троса - максимальное напряжение, при котором материал еще не разрушается.

**Задача №22**

Действующая модель подъемного крана способна поднять 10 бетонных плит без обрыва троса. Количество плит, поднимаемых реальным краном, изготовленным из тех же материалов, если линейные размеры крана, троса и плит в 12 раз больше, чем в модели, равно ...

**Ответ: 0**

**Задача №23**

Предполагая, что важен только процесс теплопроводности, при оценке времени, за которое на поверхности большого озера может образоваться лед толщиной  $h$ , справедливы следующие утверждения: ...

**Ответ №1:**

теплопроводность  $\lambda$  численно равна плотности теплового потока при градиенте температуры, равной единице

**Ответ №2:**

уход количества теплоты за счет теплопроводности за малый интервал времени равен произведению удельной теплоты плавления льда на массу образовавшегося за это время льда

**Задача №24**

Предполагая, что важен только процесс теплопроводности, оцените время, за которое на поверхности большого озера может образоваться лед толщиной  $h = 5$  см

. В расчетах используйте следующие данные:

воздух над озером имеет температуру  $t = -2^\circ C$ ,

температура воды в озере  $t_B = 0^\circ C$ ,

коэффициент теплопроводности воды  $\lambda_B = 0,56 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ ,

коэффициент теплопроводности льда  $\lambda_L = 2,3 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ ,

удельная теплота плавления льда  $L = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ ,

плотность воды  $\rho_B = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,

плотность льда  $\rho_L = 920 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ определите в (час) и округлите до целых.

**Ответ: 23**

### **Задача №25**

Электрическая батарея состоит из  $N$  соединенных последовательно одинаковых элементов, ЭДС каждого из которых равна  $\mathcal{E}$ .

Зарядку конденсатора емкостью  $C$  до полного напряжения батареи

$U_C = N\mathcal{E}$  через резистор  $R$  можно производить, подсоединяя конденсатор сразу к целой батарее в одну стадию или в  $N$  стадий, т.е. подсоединяя сначала к одному элементу, затем двум элементам, затем к трем элементам и т.д. до  $N$  элементов. Для этих двух стадий зарядки справедливы следующие утверждения: ...

#### **Ответ №1:**

потеря энергии, расходуемой при использовании батареи для зарядки конденсатора до полного напряжения батареи через резистор в  $N$  стадий меньше, чем потеря энергии при зарядке в одну стадию

#### **Ответ №2:**

энергии, в конечном счете, запасенные в конденсаторе в обоих случаях, равны

### **Задача №26**

Электрическая батарея состоит из  $N = 5$  соединенных последовательно одинаковых элементов, ЭДС каждого из которых равна  $\mathcal{E}$ .

Зарядку конденсатора емкостью  $C$  до полного напряжения батареи  $U_C = N\mathcal{E}$  через резистор  $R$  можно производить, подсоединяя конденсатор сразу к целой батарее в одну стадию или в  $N$  стадий, т.е. подсоединяя сначала к одному элементу, затем двум элементам, затем к трем элементам и т.д. до  $N$  элементов.

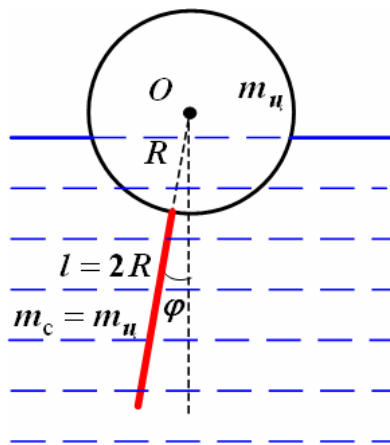
Для этих двух стадий зарядки соотношение потерянных энергий равно ...

Ответ определите отношением значения большей потерянной энергии к значению меньшей энергии и округлите до целых.

#### **Ответ: 5**

### **Задача №27**

В морской воде плавает буй. Буй состоит из твердого цилиндра радиусом  $R$  и длиной  $L$ , равной радиусу цилиндра  $L = R$ , и однородного жесткого стержня, прикрепленного снизу к цилиндру в середине его образующей. Масса стержня равна массе цилиндра, его длина равна диаметру цилиндра  $l = 2R$ . Плотность однородного легкого материала цилиндра меньше плотности морской воды. Плотность стержня больше плотности морской воды, а его объемом можно пренебречь. Предполагается, что цилиндр буя может совершать колебания (качаться) относительно своей центральной вертикальной оси и угол отклонения  $\varphi$  при качениях достаточно мал (см. рис.).



Тогда для оценки периода колебаний относительно спокойной воды без учета движения воды и ее вязкости справедливы следующие утверждения: .....

**Ответ №1:**

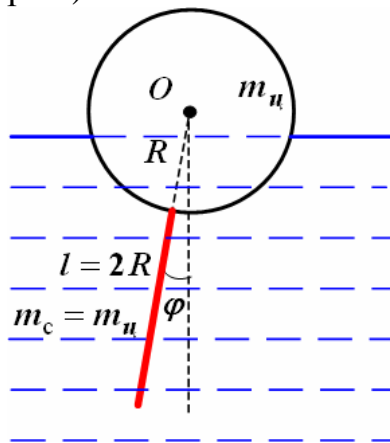
при отклонении буя на малый угол на него действует момент силы тяжести стержня.

**Ответ №2:**

уравнение качения буя имеет вид:  $\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega_o^2\varphi = 0$ , где  $\omega_o$  - циклическая частота гармонических колебаний

**Задача №28**

В морской воде плавает буй. Буй состоит из твердого цилиндра радиусом  $R$  и длиной  $L$ , равной радиусу цилиндра  $L = R$ , и однородного жесткого стержня, прикрепленного снизу к цилиндру в середине его образующей. Масса стержня равна массе цилиндра, его длина равна диаметру цилиндра  $l = 2R$ . Плотность однородного легкого материала цилиндра меньше плотности морской воды. Плотность стержня больше плотности морской воды, а его объемом можно пренебречь. Предполагается, что цилиндр буя может совершать колебания (качаться) относительно своей центральной вертикальной оси и угол отклонения  $\varphi$  при качениях достаточно мал (см. рис.).



Тогда период качений относительно спокойной воды без учета движения воды и ее вязкости равен ...

Для оценки периода колебаний используйте числовые данные:  $R = 25$  см ,  
 $g = 9,8$  м · с<sup>-2</sup> .

Ответ округлите до сотых и выразите в виде  $100 \cdot T$  .

**Ответ:** 156