

Міністерство освіти і науки України
XLIII Всеукраїнська олімпіада юних фізиків, м. Одеса, 2006
Теоретичний тур, 11-й клас

1. При певному значенні кута α нахилу площини розглядаються два випадки руху трубки по цій площині. В першому випадку поздовжня вісь трубки утворює з горизонтом кут α , в другому вона під час руху залишається горизонтальною. В обох випадках трубка спочатку була нерухома. Визначити ті значення кута α , при яких в обох випадках вісь трубки має однаковий закон руху. При цьому визначити та порівняти кількість виділеного тепла при однакових вертикальних переміщеннях h . Коефіцієнт тертя ковзання μ заданий, тертям кочення знехтувати.
2. Велосипед їде зі сталою швидкістю v . Перпендикулярна до площини колеса складова індукції магнітного поля Землі дорівнює B . Визначити залежність від часу ЕРС індукції, яка виникає в спиці. Вважати, що спиці розташовані радіально, а їхня довжина дорівнює радіусу колеса R . Нехтуючи опором ободу колеса, знайти розподіл струмів через спиці та розташування точок рівного потенціалу.
3. Електричне коло складене з джерела змінної ЕРС $E(t) = E_m \sin \omega t$, активного опору R та діода з вольт-амперною характеристикою $I(U) = \alpha U^2$, $U > 0$, $I(U) = 0$, $U \leq 0$. а) Знайти миттєве значення напруги на діоді. б) Вважаючи виконаною умову $\alpha R E_m \ll 1$, розрахувати постійну складову струму через опір R . в) Нехай тепер паралельно до опору R увімкнений конденсатор ємністю C . Вважаючи виконаними умови $R \gg (\omega C)^{-1} \gg (\alpha E_m)^{-1}$, знайти глибину пульсацій (відношення пульсаційної складової до постійної складової напруги) на ємності. Вказівка: зарядка конденсатора C через опір R від джерела напруги U_0 відбувається за законом $U(t) = U_0 [1 - \exp(-t/RC)]$, розрядка від початкової напруги через опір R – за законом $U(t) = U_0 \exp(-t/RC)$.
4. Літак швидко набирає висоту над морем і в момент входу в зону прямого бачення берегової лінії пілот починає приймати радіо 106 FM від передавача, який знаходиться на березі на висоті $h = 30$ м над рівнем моря на відстані $l = 60$ км від літака. Протягом подальшого підйому інтенсивність радіосигналу періодично змінюється, хоч відстань l залишається незмінною. Вважаючи, що радіохвилі поширюються в однорідній атмосфері, визначити різницю висот між першим та другими найнижчими максимумами інтенсивності, зареєстрованими пілотом.
5. Щоб краще роздивитися сцену в театрі, короткозорий глядач попросив у далекозорого сусіда окуляри, якими той користувався для читання. Короткозорий чітко бачить без окулярів у межах від $d_1 = 14$ см до кількох десятків сантиметрів. Далекозорий без окулярів чітко бачить предмети не ближче $d_2 = 2$ м від очей. Яким чином короткозорий глядач, користуючись окулярами сусіда, може роздивитися сцену? Чи будуть деталі сцени здаватися йому чіткими? Вважати, що сцена знаходиться досить далеко.

Задачі запропонували А.П.Федоренко (1), О.Ю.Орлянський (2), І.О.Анісімов (3), В.П.Сохацький (4), С.У.Гончаренко (5).

Министерство образования и науки Украины
XLIII Всеукраинская олимпиада юных физиков, г. Одесса, 2006
Теоретический тур, 11-й класс

1. При определенном значении угла α наклона плоскости рассматриваются два случая движения трубки по этой плоскости. В первом случае продольная ось трубки образует с горизонтом угол α , во втором она во время движения остается горизонтальной. В обоих случаях трубка вначале была неподвижной. Определить те значения угла α , при которых в обоих случаях ось трубки имеет одинаковый закон движения. При этом определить и сравнить количество выделенного тепла при одинаковых вертикальных перемещениях h . Коэффициент трения скольжения μ задан, трением качения пренебречь.
2. Велосипед едет с постоянной скоростью v . Перпендикулярная к плоскости колеса составляющая индукции магнитного поля Земли равна B . Определите зависимость от времени ЭДС индукции, возникающей в спице. Считать, что спицы расположены радиально, а их длина равна радиусу колеса R . Пренебрегая сопротивлением обода колеса, найти распределение токов через спицы и местоположение точек равного потенциала.
3. Электрическая цепь составлена из источника переменной ЭДС $E(t) = E_m \sin \omega t$, активного сопротивления R и диода с вольтамперной характеристикой $I(U) = \alpha U^2$, $U > 0$, $I(U) = 0$, $U \leq 0$. а) Найти мгновенное значение напряжения на диоде. б) Считая выполненным условие $\alpha R E_m \ll 1$, рассчитать постоянную составляющую тока через сопротивление R . в) Пусть теперь параллельно сопротивлению R включен конденсатор емкостью C . Считая выполненными условия $R \gg (\omega C)^{-1} \gg (\alpha E_m)^{-1}$, найти глубину пульсаций (отношение пульсационной составляющей к постоянной составляющей напряжения) на емкости. Указание: зарядка конденсатора C через сопротивление R от источника напряжения U_0 происходит по закону $U(t) = U_0 [1 - \exp(-t/RC)]$, разрядка от начального напряжения U_0 через сопротивление R – по закону $U(t) = U_0 \exp(-t/RC)$.
4. Самолет быстро набирает высоту над морем и в момент входа в зону прямой видимости береговой линии пилот начинает принимать радио 106 FM от передатчика, находящегося на берегу на высоте $h = 30$ м над уровнем моря на расстоянии $l = 60$ км от самолета. В течение последующего подъема интенсивность радиосигнала периодически изменяется, хотя расстояние l остается неизменным. Считая, что радиоволны распространяются в однородной атмосфере, определите разность высот между первым и вторым нижайшими максимумами интенсивности, зарегистрированными пилотом.
5. Чтобы лучше рассмотреть сцену в театре, близорукий зритель попросил у дальнорядного соседа очки, которыми тот пользовался для чтения. Близорукий четко видит без очков на расстояниях от $d_1 = 14$ см до нескольких десятков сантиметров. Дальнорядный без очков четко видит предметы не ближе $d_2 = 2$ м от глаз. Каким образом близорукий зритель, пользуясь очками соседа, может рассмотреть сцену? Будут ли детали сцены казаться ему четкими? Считать, что сцена находится достаточно далеко.

Задачи предложили А.П.Федоренко (1), О.Ю.Орлянский (2), И.А.Анисимов (3), В.П.Сохацкий (4), С.У.Гончаренко (5).